ले॰ व्लासोव,
द॰ त्रिफोनोव

रसायन की रूप-रेखा



Д. Н. Трифонов,
Л. Г. Власов

Занимательно о химии

Издательство «Молодая гвардия»

ले॰ व्लासोव,
द॰ त्रिफोनोव

रसायन की रूप-रेखा

मीर प्रकाशन, मास्को

पीपुल्स पब्लिशिंग हाउस (प्रा.) लिमिटेड
५ ई, रानी झांसी रोड, नई दिल्ली-११००५५

राजस्थान पीपुल्स पब्लिशिंग हाउस (प्रा) लि.
चमेलीवाला मार्केट, एम. आई. रोड, जयपुर-302001

D. N. Trifonov, L. G. Vlasov
Silhouettes of Chemistry

на языке хинди

सोवियत संघ में मुद्रित

ISBN—5-03-001328-8 © Издательство «Молодая гвардия», 1968

© 1987 सन् के अंग्रेजी अनुवाद के अनुसार परिवर्द्धित और संसाधित संस्करण का हिन्दी अनुवाद, रमीन्द्र पाल सिंह, 1990

विषय-सूची

भूमिका के स्थान पर

बड़ी बिल्डिंग के निकासी

आवर्त प्रणाली पर सरसरी निगाह 18

खनिजज्ञ रसायनज्ञों को फायदा पहुंचाना चाहते थे पर हुआ नुकसान 22

दोमुंहा तत्व 26

सबसे पहला और सबसे अनोखा 31

पृथ्वी पर कितने प्रकार के हाइड्रोजन हैं? . . 34

आवर्त प्रणाली की वास्तुकला के बारे में कुछ और तथ्य 36

तर्क की जीत 40

रसायनज्ञों का अप्रत्याशित के साथ कैसे वास्ता पड़ा 44

समस्या हल हो गयी पर तसल्ली फिर भी नहीं हुई 47

सनकी विचार की खोज या निष्क्रिय गैसों ने निष्क्रियता की आदत कैसे छोड़ी? 51
जीरो या आठवां ग्रुप? 57
सर्वभक्षी 60
हेनिग ब्रांड का "पारस पत्थर" 64
"ताजगी की गंध" या इस बात का उदाहरण कि किस प्रकार मात्रा गुण में परिवर्तित होती है. 66
इतना सरल और इतना अद्वितीय 69
"छोटी नदी में बर्फ अभी अच्छी तरह से नहीं जमी है..." 73
पृथ्वी पर कितने प्रकार के जल हैं? 76
अमृत, प्राणदायक, सर्वव्यापी जल 79
हिमलंब के रहस्य 81
भाषा-विज्ञान की कुछ बातें या दो इतने विभिन्न ग्रुप 84
"दो इतने विभिन्न ग्रुप"–क्यों? 86
दो और "क्यों?" 90
वास्तुकला में मौलिकता 93
चौदह जुडवें भाई 95
धातुओं की दुनिया और इसके विरोधाभास . . 97
द्रव धातुएं और एक गैसीय (?) धातु . . . 100
आसाधारण यौगिक 102
रसायन में प्रथम "इलैक्ट्रानिक कम्प्यूटर" . . 105
"इलैक्ट्रानिक कम्प्यूटर" रुक गया 109
एक तत्व को दूसरे में कैसे बदल सकते हैं? . . 113
यूरेनियम के पीछे सत्तरह कदम 116

न्वों की दुनिया में मर्त्यता और अमरता . . . 120
क. दो, तीन, बहुत सारे 123
क्या प्रकृति न्यायी है? 129
झूठे सूर्यों के मार्ग पर 132
क सौ नौ तत्वों में से एक का भाग्य . . . 138
यूरेनियम, तुम्हारा घर कहां है? 140
पुरातत्व विज्ञान की छोटी-छोटी कहानियां . . 143
आवर्त नियम के "दर्पण" 145
सीमा कहां है? 151
"सापेक्षिक स्थायी द्वीप." परिकल्पना 154
"कम्प्यूटर" रसायन 157
न्वों का रजिस्टर 163

सांप, जिसके मुंह में अपनी दुम है

रसायन विज्ञान का अभिप्राय 167
तड़ित तथा कछुए 171
जादुई अवरोध 173
संतुलन के बारे में कुछ शब्द 175
कछुआ "तड़ित" कैसे बन सकता है तथा इसके
विपरीत 180
श्रृंखला अभिक्रियाएं 183
रसायन ने विद्युत के साथ दोस्ती कैसे की . . 185
दुश्मन नंबर एक 187
...और इसका मुकाबला कैसे किया जाये? . 191
प्रदीप्त जेट 194

सूर्य एक रसायनज्ञ के रूप में 198
तत्व आपस में क्यों संयोजित होते हैं? 201
रसायन और विकिरण 205
एक सबसे लंबी अभिक्रिया 208

रासायनिक संग्रहालय

कुछ आम बातें 211
असमानता के कारण तथा इसके परिणाम . . 212
रासायनिक छल्ले 216
तीसरी संभावना 218
सम्मिश्र यौगिकों के बारे में कुछ शब्द 222
साधारण यौगिक में एक अनोखी बात मिलती है . 226
हम्फरी डेवी को क्या बात पता नहीं थी? . . 228
26, 28 या और कोई अद्वितीय यौगिक . . . 231
केडेट के द्रव के गुणगान 234
TEL की कहानी 237
अनोखे सैंडविच 242
कार्बन मोनोआक्साइड की अजीब सनक . . . 245
आक्सीजन धन फ्लुओरीन 250
लाल और हरा 253
सबसे ज्यादा असाधारण परमाणु; सबसे ज्यादा
असाधारण रसायन 255
एक बार फिर हीरा 257
पैरों तले अज्ञात चीज 260
जब वह चीज वह है ही नहीं 263

इनकी आंखों से

विश्लेषण के उपयोग के बारे में 267
अच्छी बारूद कैसे बनायी जाये? 269
जर्मेनियम की खोज कैसे हुई? 271
प्रकाश और वर्ण 274
सूर्य का रासायनिक विश्लेषण 277
रंगों और पदार्थ 280
[illegible] की केवल एक बूंद इस काम के लिये काफी
नहीं है 284
एक रासायनिक प्रिज्म 287
प्रोमिथियम कैसे खोजा गया? 289
स्ट्राबेरी की खुशबू कैसी होती है? 293
तीन शताब्दियों के बाद रोग निदान 295
सक्रियण विश्लेषण 299
एकल परमाणुओं का रसायन 301
एक आश्चर्यजनक संख्या 304

रसायन का विस्तार...

एक बार फिर हीरों की बात 307
अंतहीन अणु 311
कठोर हृदय और गैंडे की खाल 316
कार्बन और सिलिकन का संघ 319
अनोखी छलनियां 323
रासायनिक पंजे 326
रसायन के इतिहास की संक्षिप्त सैर 329

रसायन जिसने सफेद कोट पहन लिया 331
फफूंदी का चमत्कार 338
सूक्ष्म तत्व-वनस्पतियों के विटामिन 342
वनस्पतियां क्या खाती हैं और रसायन का
इस बात के साथ क्या संबंध है? 346
छोटा सा सादृश्य या रसायन वनस्पतियों को
पोटेशियम कैसे खिलाता है? 348
"नाइट्रोजन संकट" 350
फास्फोरस की क्या जरूरत है? . 354
रासायनिक युद्ध 356
किसानों के सहायक 359
ऊर्जा के रासायनिक स्रोत 362
प्रेत, जो सेवा करते हैं 365

लंबा उपसंहार

तो फिर रसायन है क्या चीज? . 368
रसायन में क्रांतियां 372
संक्षिप्त परंतु आवश्यक विष्कंभक 377
नवीन रसायन की मुख्य विशेषता 378
समय की बचत के बारे में 383
दुनिया में कुल कितने रसायन हैं? . . . 385
रसायन विज्ञानों का वर्गीकरण जारी है . . . 390
तथ्यों के सीमाहीन महासागर में 394
वैज्ञानिक खोज किसने की? 398
रसायन विज्ञान नाम की चीज है भी या नहीं? . 400
रसायन रसायन के विरुद्ध 405

भूमिका के स्थान पर

किसी जमाने में पूर्व के एक देश में एक बहुत विद्वान और विवेकशील राजा था। एक बार उसके मन में आया कि पृथ्वी पर बसे सभी जनगण के जीवन के बारे में उसे सब कुछ पता होना चाहिये।

उसने अपने वजीरों को बुलाया और उन्हें आज्ञा दी :

"मुझे दुनिया के सारे देशों का इतिहास लिख कर दो और यह बताओ कि वहाँ के लोग पहले कैसे रहते थे और अब कैसे रहते हैं, वे क्या करते हैं, उन्होंने कौन-कौनसी लड़ाइयां लड़ी हैं और अब कौनसी लड़ाइयां लड़ रहे हैं; किन देशों में कौन-कौनसे व्यापार और कौन-कौनसी कलाएं पनप रही हैं।"

राजा ने यह काम पांच साल के अंदर पूरा करने को कहा।

वजीरों ने चुपचाप सिर झुका दिये। इसके बाद उन्होंने देश के हर कोने से बड़े बड़े विद्वानों को आमंत्रित किया और उन्हें राजा की इच्छा बतायी। कहा

जाता है कि इस घटना से चर्मपत्र-उद्योग बहुत फला-फूला।

पांच साल बाद वजीर महल में इकट्ठे हुए और राजा से बोले :

"महाराज, आपकी इच्छा पूरी कर दी गयी है। जरा खिड़की से बाहर नजर डालें। वहाँ आप अपनी अभिलाषा को साकार हुआ पायेंगे।"

राजा के आश्चर्य का ठिकाना न रहा। महल के सामने ऊंटों का काफिला खड़ा था जो इतना लंबा था कि उसका अंत दिखायी ही नहीं दे रहा था। हर ऊंट की पीठ पर दो बहुत बड़े-बड़े झोले लदे हुए थे और हर झोले में 10 मोटी-मोटी पोथियाँ थीं, जिन पर बड़ी सुंदर जिल्दें चढ़ायी गयी थीं।

"यह क्या है?"—राजा ने पूछा।

"महाराज! यह विश्व का इतिहास है," वजीरों ने जवाब दिया। "आपकी आज्ञा पर बड़े-बड़े विद्वानों ने पांच साल मेहनत करके इसे लिखा है।"

"मेरा मजाक उड़ा रहे हो?"—राजा ने क्रोधित होकर कहा। "सारी उम्र पढ़ता रहूं तो भी इस सबका एक छोटा सा हिस्सा नहीं पढ़ पाऊंगा। उनसे कहो कि मेरे लिये एक छोटा इतिहास लिखें। परंतु कोई भी महत्वपूर्ण घटना छूटे नहीं।"

राजा ने एक साल की मोहलत दी।

एक साल बीत गया और महल के सामने फिर से ऊंटों का काफिला आ खड़ा हुआ। इस बार काफिले

में केवल 10 ऊंट थे और हर ऊंट की पीठ पर 10-10 पोथियों के दो झोले लदे हुए थे।

राजा गुस्से से आग बबूला हो गया।

"उनसे बोलो कि केवल उन सबसे महत्वपूर्ण घटनाओं का ब्योरा लिखें जो हर युग में सभी देशों में घटी हैं। इसमें कितना समय लगेगा?"

यह सुनकर सबसे विद्वान व्यक्ति आगे बढ़ा और बोला :

"महाराज! आपकी इच्छा कल पूरी हो जायेगी।"

"क्या कहा? कल?" राजा ने हैरान होकर पूछा। "ठीक है। परंतु अगर तुम मुझे धोखा दोगे तो तुम्हारा सिर कटवा दूंगा।"

सूरज अभी नीले आकाश पर उदित ही हुआ था और कलियां अभी चटकी ही थीं कि राजा ने उस विद्वान को अपने महल में बुलवाया।

विद्वान के हाथ में चंदन की एक मंजूषिका थी।

"महाराज! इस मंजूषिका में आप उन सर्वाधिक महत्वपूर्ण घटनाओं का ब्योरा पायेंगे जो हर युग में सभी देशों में घटी हैं," विद्वान ने सिर झुका कर कहा।

राजा ने मंजूषिका खोली। एक मखमली गद्दी पर एक छोटा सा चर्मपत्र रखा हुआ था जिस पर एक वाक्य लिखा हुआ था: "उनका जन्म हुआ, वे जिये और उनका निधन हो गया।"

कितनी विचित्र दंतकथा है। जब हमसे रसायन के बारे में एक किताब लिखने को कहा गया और

हमें यह बताया गया कि कागज सीमित है। (अभिप्राय पुस्तक के आकार से था), तो हमें यह दंतकथा याद आ गयी। इसका मतलब यह हुआ कि हमें केवल महत्वपूर्ण बातों का वर्णन करना है। परंतु सवाल यह उठता है कि रसायन में सबसे महत्वपूर्ण बातें कौनसी हैं?

"रसायन पदार्थों तथा उनके रूपांतरणों का विज्ञान है।" (पुस्तक के अंत में हम रसायन की इस परिभाषा पर लौटेंगे)।

यहां चंदन की मंजूषिका में रखे चर्मपत्र की याद आना स्वाभाविक है।

हमने अपने सिर खुजाये, दिमाग पर जोर डाला और इस निष्कर्ष पर पहुंचे कि, रसायन की हर चीज महत्वपूर्ण है। एक आदमी को कोई बात बहुत महत्वपूर्ण लग सकती है। उदाहरण के लिये, एक अकार्बनिक रसायनज्ञ के लिये अकार्बनिक रसायन पृथ्वी की नाभि हो सकता है परंतु एक कार्बनिक रसायनज्ञ के विचार बिल्कुल विपरीत हो सकते हैं। इस विषय पर एक से मत नहीं हैं।

सभ्यता कई मद्दों से बनी है और रसायन-विज्ञान की गिनती इसके सर्वाधिक प्रमुख मद्दों में की जाती है।

मनुष्य रसायन के बल पर अयस्कों तथा खनिजों से धातुएं प्राप्त करता है। अगर रसायन न होता, तो आधुनिक धात्विकी भी न होती।

रसायन जंतु, वनस्पति तथा खनिज पदार्थों से अद्वितीय तथा अति सुंदर पदार्थ अलग करता है।

रसायन प्रकृति का अनुसरण ही नहीं करता है,

बल्कि हर साल उससे आगे भी बढ़ता जा रहा है। रसायन ने ऐसे हजारों, लाखों पदार्थ उत्पन्न किये हैं, जो प्रकृति में नहीं मिलते हैं। इन पदार्थों में अत्यंत महत्वपूर्ण और उपयोगी गुण विद्यमान हैं, जो मनुष्य के जीवन एवं कार्य के लिये नितांत आवश्यक हैं।

रसायन के नेक कामों की सूची असीम है।

जीवन के हर पहलू में अनगिनत रासायनिक प्रक्रियाओं के साथ वास्ता पड़ता है। रसायन के नियमों के ज्ञान के बिना जैव सक्रियता का सार समझना असंभव है।

मानव के विकास में रसायन का अपना अलग महत्व है।

रसायन हमारा पेट भरता है, हमें कपड़े-जूते पहनाता है तथा हमें वे चीजें देता है, जिनके बिना आधुनिक समाज का गुजारा नहीं हो सकता।

बाह्य अंतरिक्ष में राकेट भेजे गये हैं। रसायन ने उनके इंजनों के लिये इंधन तथा उनके ढांचे के लिये उच्च तापरोधी पदार्थ दिये हैं।

अगर कोई रसायन की सारी बातें लिखनी शुरू कर दे और इसके सारे पहलुओं तथा वैभव का वर्णन करना चाहे, तो एक उच्चतम विकसित देश के कागज का भंडार कम पड़ जायेगा। भाग्यवश अभी तक किसी ने ऐसी बात सोची नहीं है।

रूसी में प्रस्तुत पुस्तक का द्वितीय संस्करण लगभग दो दशक पहले प्रकाशित हुआ था, जिसका शीर्षक "सरस रसायन" रखा गया था। पुस्तक का

यह नाम लेखकों की कल्पना का परिणाम नहीं था। सन् 1960 में सोवियत संघ में "मोलोदाया ग्वारदीया" नामक प्रकाशन गृह ललित विज्ञान साहित्य-माला के अंतर्गत विज्ञान के विभिन्न विषयों पर पुस्तकें प्रकाशित कर रहा था जिनके नाम "सरस..." रखे गये थे। अतः हमें पुस्तक का नाम अपनी मर्जी से रखने का अधिकार नहीं था। अगर हमें ऐसा अवसर दिया जाता, तो निस्संदेह हम इस पुस्तक का नाम कुछ और ही रखते।

सच पुछिये तो "सरस" का अर्थ है—जिसे पढ़ने में मजा आये, रस आये अर्थात रसायन के बारे में ऐसी कहानियाँ, जिनमें साजिशों की चर्चा हो, षडयंत्रों की बात हो...

परंतु रसायन खुद ही मानव के ज्ञान का इतना लुभावना क्षेत्र है कि एक नीरस, भावहीन तरीके से इसका वर्णन करना असंभव है। इसकी भाषा साधारण तथा स्पष्ट होनी चाहिये, विशेष रूप से जब किताब सामान्य जन के लिये लिखी जा रही हो। परंतु हद से ज्यादा "सरसता" से झुंझलाहट भी हो सकती है....

मुख्य बात यह है कि किस चीज का वर्णन किया जाये? रसायन की कोई निश्चित सीमायें नहीं हैं, इसके क्षितिज लगातार फैल रहे हैं। परंतु लेखकों को पुस्तक के आकार का, उसकी सीमाओं का ख्याल रखना है। अतः प्रकाशन गृह के सुझाव पर लेखकों ने रसायन की निम्न सर्वाधिक महत्वपूर्ण तथा रोचक समस्याओं का वर्णन करने का प्रयास किया है:

(1) तत्वों की आवर्त प्रणाली ;

(2) विभिन्न प्रकार की रासायनिक अभिक्रियाएं ;

(3) कुछ रोचक तथा महत्वपूर्ण रासायनिक यौगिक ;

(4) रसायन में अपनायी जाने वाली अनुसंधान-विधियां ;

(5) इस विज्ञान की कुछ व्यावहारिक उपलब्धियां।

पुस्तक के विभिन्न भाषाओं में प्रकाशित संस्करणों में छोटे-मोटे परिवर्तन और संशोधन किये गये। परंतु समय बीतता जा रहा है और इस दौरान कई नयी रासायनिक खोजें हुई हैं, जिनकी जानकारी पाठकों के लिये महत्व रखती है।

हमें प्रसन्नता है कि प्रस्तुत संस्करण के प्रकाशन से पूर्व हमें ऐसा अवसर प्रदान किया गया और हम कुछ हद तक पुस्तक को संशोधित कर पाये हैं। पुरानी पुस्तक की कई बातों को छोड़ दिया गया है, कई त्रुटियां सुधारी गयी हैं और कई आवश्यक बातें जोड़ी गयी हैं। कई विषय पूर्णतया नये हैं। कई जगह हमने शैली बदल दी है, क्योंकि दो दशकों के दौरान पाठक ज्यादा सुविज्ञ हो गये हैं, उनकी जानकारी बढ़ गयी है।

पुस्तक का उचित नाम रखना काफी मुश्किल काम था। हमने आखिरकार इसका नाम "रसायन की रूप-रेखा" रखने का फैसला किया। संभव है कि पाठकों को इस नाम पर आपत्ति हो, परंतु, क्षमा कीजिये, लेखक का अधिकार है कि वह अपनी इच्छा से पुस्तक का नाम रख सकता है।

बड़ी बिल्डिंग के निवासी

आवर्त प्रणाली पर सरसरी निगाह

किसी भी चीज को सरसरी नजर से देखने से, उसके बारे में पहली राय से अक्सर बात नहीं बनती। कभी-कभी प्रेषक पर उसका कोई असर ही नहीं पड़ता और कभी-कभी उसे देखकर वह भौचक रह जाता है। कई बार वह उस चुटकुले के नायक की तरह चिल्ला उठता है जिसने चिड़ियाघर में जिराफ को देखकर कहा: "यह असंभव है।"

परंतु कुछ भी हो, किसी चीज के साथ या किसी परिघटना के साथ पहले परिचय से अर्थात उस पर सरसरी नजर डालने से अक्सर काफी लाभ होता है।

मेंडेलीफ की आवर्त प्रणाली को न तो हम एक चीज कह सकते हैं और न ही एक परिघटना। यह तो एक प्रकार का एक दर्पण है, जो प्रकृति के एक सर्वाधिक महान नियम—आवर्त नियम की मुख्य बातें प्रतिबिम्बित करता है। यह नियमों का एक कोड है, जिसका पालन 100 से ज्यादा तत्व करते हैं, चाहे

वे प्रकृति में मिलते हों, या मनुष्य द्वारा कृत्रिम रूप से संश्लिष्ट किये गये हों, यह रासायनिक तत्वों की बड़ी बिल्डिंग में चलने वाले कानूनों की संहिता है।

इस बिल्डिंग पर पहली नजर डालने से काफी कुछ पता चलता है। पहली प्रतिक्रिया यह होती है कि आश्चर्य का भाव पैदा होता है। ऐसा लगता है जैसे कि बड़ी-बड़ी सिलों वाली आम बिल्डिंगों के बीच एक अनोखी परंतु सुरुचिपूर्ण बिल्डिंग खड़ी हो।

मेंडेलीफ की सारणी में ऐसी कौनसी चीज है जिसे देखकर हमें आश्चर्य होता है? सबसे पहली बात यह है कि इस बिल्डिंग की मंजिलें अर्थात इसके आवर्त अलग-अलग योजनाओं से बनाये गये हैं।

सारणी की पहली मंजिल* पर या प्रथम आवर्त में केवल दो कमरे या खाने हैं। दूसरी और तीसरी मंजिल पर आठ कमरे हैं। अगली दो मंजिलों (चौथी और पांचवी) पर एक होटल की तरह अठारह कमरे हैं। छठी मंजिल पर और भी ज्यादा कमरे हैं— बत्तीस। क्या आपने ऐसी बिल्डिंग कभी देखी है?

---

*मेंडेलीफ की बड़ी बिल्डिंग (आवर्त प्रणाली) की "मंजिलों" की क्रम-संख्या एक आम बिल्डिंग की मंजिलों की क्रम-संख्या के विपरीत अर्थात ऊपर से नीचे रखी गयी है, क्योंकि जब भी नये तत्वों के लिये कोई नयी मंजिल बनायी जायेगी तो उसे सारणी के निचले हिस्से के साथ जोड़ा जायेगा।

रासायनिक तत्वों की बड़ी बिल्डिंग, जिसे आवर्त प्रणाली कहते हैं, इसी आकार की है।

क्या यह वास्तुकार की सनक का परिणाम है? बिल्कुल नहीं। जब भी कोई बिल्डिंग बनायी जाती है तब भौतिकी के नियमों का पूरा-पूरा खयाल रखा जाता है अन्यथा हवा के एक हलके से झोंके से ही वह गिर जायेगी।

आवर्त सारणी का निर्माण करते समय भी भौतिकीय नियमों का उतनी ही सख्ती के साथ पालन किया गया है और ये नियम कहते हैं कि आवर्त में तत्वों की एक निश्चित संख्या ही हो सकती है। उदाहरणतया, प्रथम आवर्त में केवल दो तत्व हैं। न इससे ज्यादा हो सकते हैं और न इससे कम।

भौतिकविदों की यह धारणा है और रसायनज्ञ उनसे पूर्णतया सहमत हैं।

परंतु हमेशा ऐसी बात नहीं थी। एक जमाना था जब भौतिकविद कुछ नहीं कहते थे, क्योंकि अभी उनका वास्ता आवर्त नियम के साथ नहीं पड़ा था। परंतु जो रसायनज्ञ इतनी तेजी से नये-नये तत्व खोजते जा रहे थे, उनके लिये मुसीबत खड़ी हो रही थी। उनकी समझ में नहीं आ रहा था कि इन नये तत्वों को कहां रखा जाये। कई बार तो झगड़े की नौबत तक आ गयी, क्योंकि सारणी के एक खाने पर अधिकार जताने वालों की लाइन लग गयी थी।

कई वैज्ञानिक शक्की स्वभाव के थे। उन्होंने पूरी गंभीरता के साथ यह घोषित कर दिया कि

मेंडेलीफ की बिल्डिंग बालू की बनी है। इन वैज्ञानिकों में एक थे जर्मन रसायनज्ञ बुन्सन, जिन्होंने अपने मित्र किर्चोफ के साथ मिलकर स्पेक्ट्रमदर्शी विश्लेषण विधि विकसित की थी। परंतु जब आवर्त नियम की बात आयी तो बुन्सन ने अजीब वैज्ञानिक अदूरदर्शिता दिखायी। "अगर ऐसी बात है तो शेयर बाजार के भावों में भी नियमितता निकाली जा सकती है,"— एक बार गुस्से में उन्होंने कह दिया।

मेंडेलीफ से पहले भी कई वैज्ञानिकों ने दर्जनों रासायनिक तत्वों को एक क्रम में रखने की कोशिश की, परंतु वे असफल रहे। अंग्रेज वैज्ञानिक न्यूलैंडस सम्भवतया सच के बहुत पास पहुँच गये थे। उन्होंने "अष्ठकों का नियम" प्रस्तुत किया। उन्होंने तत्वों का क्रम उनके परमाणु भारों के बढ़ने के क्रम के अनुसार रखा और यह देखा कि जिस तरह से संगीत में हर आठवां स्वर ज्यादा उच्च स्तर पर पहले स्वर की पुनरावृत्ति करता है, उसी प्रकार हर आठवें तत्व के गुण पहले तत्व के गुणों से मिलते हैं। परंतु न्यूलैंडस की खोज पर प्रतिक्रिया यह हुई कि अन्य वैज्ञानिकों ने उनसे कहा: "आप तत्वों को अकारादि क्रम से क्यों नहीं रख कर देखते? वहां भी आपको कुछ न कुछ नियमितताएं मिल सकती हैं।"

न्यूलैंडस ऐसे कटाक्ष करने वाले विरोधी को क्या जवाब देते? मेंडेलीफ की सारणी के आरंभिक दिन ज्यादा अच्छे नहीं रहे। इसके रचयिता पर जबरदस्त आक्रमण किये गये। इसमें कई बातें अस्पष्ट

थीं और उनके स्पष्टीकरण की जरूरत थी। आधे दर्जन नये तत्व खोजना आसान था, परंतु उन्हें सारणी में जगह देना बड़ा मुश्किल काम था। समय के साथ-साथ स्थिति सामान्य होती गयी। हालांकि आज भी कभी-कभी आवर्त सारणी के ऊपर वाद-विवाद होते रहते हैं।

खगोलज्ञ रसायनज्ञों को फायदा पहुंचाना चाहते थे पर कर हो गया नुकसान

"मैंने कभी सोचा तक नहीं था कि आवर्त प्रणाली ठीक हाइड्रोजन से शुरू होनी चाहिये।"

आप जानते हैं ये शब्द किस के हैं? लगता है कि या तो अनुसंधानकर्त्ताओं की भीड़ में से किसी ने ये शब्द कहे होंगे या किसी शौकीन ने, जिसने एक नयी व्यक्तिगत आवर्त प्रणाली बनाने का बीड़ा उठाया होगा। जिस तरह से अविरत मशीनों के कई डिजाइन प्रस्तुत किये गये, उसी तरह से "कई सारी आवर्त सारणियां" भी रची गयीं।

तत्वों की आवर्त प्रणाली के रूपांतरों की संख्या वास्तव में बहुत ज्यादा है। आशा है कि भविष्य में ऐसे कई और रूपांतर आयेंगे क्योंकि प्रणाली में आकर्षण की अद्वितीय क्षमता है। पहली दृष्टि से यह प्रणाली बहुत सरल लगती है, परंतु यह भ्रम है। ऐसा लगता है जैसेकि आवर्त सारणी का एक नया रूपांतर तैयार करना बड़ा आसान काम है। बहुत सारे

लोगों को इस भ्रम के कारण बड़ी नाजुक स्थिति का सामना करना पड़ता है।

मास्को के एक अनुसंधान संस्थान में, जहां विज्ञान के इतिहास का अध्ययन किया जाता है, बड़ी छानबीन करके एक "एटलस" तैयार की गयी है। इस "एटलस" में आवर्त सारणी के वे सभी रूपांतर संकलित किये गये हैं जो 1869 से पाठ्यपुस्तकों तथा वैज्ञानिक पत्रिकाओं में प्रकाशित होते रहे हैं। इस प्रकार के रूपांतरों की संख्या 500 से ज्यादा है। इनमें से कुछ अत्यधिक शैक्षिक महत्व रखते हैं: यह आवर्तिता के अध्ययन के विकास का वास्तविक "सचित्र इतिहास" है। इनके रचयिताओं में विश्व के सभी देशों के अनेक विख्यात रसायनज्ञ, भौतिकविद, भूविज्ञानी शामिल हैं। इन सबने रासायनिक तत्वों के गुणों के आवर्त परिवर्तनों की नियमितता को चित्रित करने की पूरी कोशिश की। वास्तुकार कई थे, परंतु "वास्तुकार आसक्तियों" की संख्या भी कम नहीं थी। केवल गिने चुने "उपभवन" बड़ी बिल्डिंग के "सामूहिक दृश्य" के उपयुक्त थे। परंतु अधिकांश केवल ऐतिहासिक महत्व रखते हैं। कहीं अधिक संख्या में (कोई नहीं जानता कि ठीक-ठीक संख्या कितनी है) योजनाएं अस्वीकार की गयीं, क्योंकि उनमें एक मुख्य कमी थी: सबमें सहज बुद्धि का अभाव था। ऐसी योजनाएं पेश करनेवालों ने रसायन और भौतिकी के मूल सिद्धांतों का अध्ययन करने की कभी कोशिश ही नहीं की। "नयी" योजनाओं की धारा अजस्र है, जिससे बेचारे प्रकाशक खासे दुखी

हैं। ऐसे एक "खोजकर्ता" ने प्रस्तुत पुस्तक के एक लेखक को एक सारणी दिखायी जिसमें एक हजार तत्व थे। जब यह व्यंग्यपूर्ण प्रश्न पूछा गया कि "दो हजार तत्व क्यों नहीं रखे?" तो उसने यह उत्तर दिया कि "कागज कम था इसलिये..."।

हां, तो हम यह बताना चाहेंगे कि अध्याय के आरंभ में उद्धृत शब्द दमित्री मेंडेलीफ ने कहे थे। अपनी प्रसिद्ध पुस्तक "रसायन के आधार" में उन्होंने यह बात लिखी थी। यह पुस्तक अपने समय में लाखों विद्यार्थियों के लिये रसायन की पाठ्य-पुस्तक बनी रही।

अब प्रश्न यह उठता है कि आवर्त नियम के लेखक से भूल कैसे हो गयी?

उस जमाने में ऐसी भूल होने के स्वाभाविक कारण थे। उन दिनों तत्व सारणी में परमाणु भार की वृद्धि के हिसाब से रखे जाते थे। हाइड्रोजन का परमाणु भार 1.008 है और हीलियन का 4.003। अतः क्या यह नहीं सोचा जा सकता था कि ऐसे तत्व भी हो सकते हैं जिनका परमाणु भार 1.5, 2, 3 आदि हो। या ऐसे तत्व हो सकते हैं जो हाइड्रोजन से हलके हों, जिनके परमाणु भार 1 से कम हों।

मेंडलीफ तथा कई अन्य रसायनज्ञों को यह बात संभव लग रही थी। आपको यह जानकर आश्चर्य होगा कि इस निष्कर्ष पर पहुंचने में उनकी मदद खगोलज्ञों ने की, हालांकि खगोलविज्ञान और रसायन के बीच किसी तरह का सीधा संबंध नहीं है। परंतु ये खगोलज्ञ ही तो थे जिन्होंने सर्वप्रथम यह सिद्ध किया कि नये तत्वों

की खोज प्रयोगशाला या भूखनिज्ञों के विश्लेषण तक ही सीमित नहीं है।

सन् 1868 में अंग्रेज़ खगोलज्ञ लोक्येर तथा फ्रेंच खगोलज्ञ जन्सेन पूर्ण सूर्य-ग्रहण का अध्ययन कर रहे थे। इन वैज्ञानिकों ने सूर्य किरीट के चौंधियाते प्रकाश को एक स्पेक्ट्रमदर्शी प्रिज्म में से गुजारा। स्पेक्ट्रम रेखाओं के घने घेरे में उन्हें कुछ एसी रेखायें दिखायी दीं, जो पृथ्वी पर ज्ञात किसी तत्व की रेखाओं से नहीं मिलती थीं। इस प्रकार हीलियम की खोज हुई। इस तत्व का नाम यूनानी शब्द पर रखा गया, जिसका अर्थ "सूर्य" होता है। इस घटना के 27 साल बाद जाकर ही अंग्रेज वैज्ञानिकों विलियन रैमजे तथा विलियन क्रूक्स ने पृथ्वी पर हीलियम की खोज की। थोड़ा आगे चलकर हम इस घटना का सविस्तार वर्णन करेंगे।

यह खोज एक छूत की बीमारी साबित हुई। खगोलज्ञों ने अपने-अपने टेलीस्कोप दूरवर्ती नक्षत्रों तथा निहारिकाओं की ओर कर दिये। उनकी खोजों के परिणाम अति सावधानी के साथ खगोलीय शब्दकोशों में प्रकाशित किये गये और कुछ को रासायनिक पत्रिकाओं में भी जगह मिल गयी। ये ब्रह्मांड के सीमाहीन अंतरिक्ष में नये तत्वों की खोजों की खबरें थीं। इन तत्वों को बड़े शानदार नाम दिये गये, जैसे कोरोनियम और नेबूलियम, आर्कोनियम और प्रोटोफ्लुओरीन। रसायनज्ञों को केवल इनके नामों की जानकारी थी, उन्हें और कुछ नहीं पता था। परंतु हीलियम की

कहानी के शुभ अंत को याद करते हुए उन्होंने इन अजनबियों को आवर्त प्रणाली में जगह दे दी। उन्होंने इन तत्वों को हाइड्रोजन से पहले रख दिया या हाइड्रोजन और हीलियम के बीच वाली खाली जगहों में रख दिया। उन्हें यह आशा थी कि निकट भविष्य में नये रैमजे और क्रुक्स कोरोनियम और इसके रहस्यमयी साथियों की पृथ्वी पर उपस्थिति सिद्ध कर देंगे।

परंतु जैसे ही भौतिकविदों का आवर्त प्रणाली के साथ वास्ता पड़ा, उनकी आशाओं पर पानी फिर गया। आवर्त नियम के लिये परमाणु भारों की नींव कच्ची साबित हुई। उनकी जगह परमाणु के नाभिकीय आवेश को दे दी गयी, जिसका मान तत्व के परमाणु भार के बराबर होता है।

आवर्त प्रणाली में हर अगले तत्व का नाभिकीय आवेश पिछले तत्व से एक ज्यादा होता है।

जैसे-जैसे समय बीतता गया, खगोलीय उपकरणों की परिशुद्धता बढ़ती गयी और रहस्यमयी "नेबूलियमों" का भेद खुल गया। वे बहुत समय से ज्ञात तत्वों के परमाणु निकले। ये वे परमाणु थे, जिनके कुछ इलेक्ट्रान खो गये थे और जिसके कारण वे अपरिचित स्पेक्ट्रम दे रहे थे। खगोलीय अजनबियों के "परिचय-कार्ड" जाली निकले।

दोमुँहा तत्व

अगर आपको कालेज में रसायन की कक्षा में बैठने का अवसर मिला हो, तो आपने शायद निम्न वार्तालाप सुना होगा :

अध्यापक :

"हाइड्रोजन को आवर्त सारणी के किस ग्रुप में स्थान दिया गया है?"

विद्यार्थी :

"प्रथम ग्रुप में। इसका कारण यह है कि प्रथम ग्रुप के अन्य तत्वों—लीथियम, सोडियम, पोटेशियम, रुबिडियम, सीजियम और फ्रेंसियम की तरह हाइड्रोजन परमाणु के इलेक्ट्रान-कोश में भी केवल एक इलेक्ट्रान उपस्थित होता है। इन तत्वों की भांति हाइड्रोजन भी रासायनिक यौगिकों में धनात्मक संयोजकता प्रदर्शित करता है, जिसका मान 1 के बराबर होता है। इसके अलावा हाइड्रोजन कई धातुओं को उनके लवणों से अलग करने की क्षमता भी रखता है।"

क्या यह सच है? जी हां, लेकिन केवल आधी बात सच है...।

रसायन एक परिशुद्ध विज्ञान है तथा रसायनज्ञ लोग आधा सच पसंद नहीं करते। हाइड्रोजन का उदाहरण इसका साक्षात प्रमाण है।

हाइड्रोजन और अन्य क्षारीय धातुओं के बीच क्या समानता है? केवल यही कि उनकी धनात्मक संयोजकता 1 के बराबर है। केवल यही कि उनके बाह्य इलेक्ट्रान-कोशों का विन्यास एक जैसा है। बाकी बातों में वे एक दूसरे से पूर्णतया भिन्न हैं। हाइड्रोजन एक गैस है, एक अधातु है। हाइड्रोजन दो परमाणुओं वाला अणु बनाता है। प्रथम ग्रुप के बाकी सारे तत्व क्लासिकल धातुएं हैं तथा रासायनिक अभिक्रियाओं

में सर्वाधिक सक्रिय रहते हैं। अपने अकेले इलेक्ट्रान को घुमातेहुए हाइड्रोजन क्षारीय धातु का चोगा पहनने की कोशिश करता है। परंतु वास्तव में यह रंगा सियार होता है।

बड़ी बिल्डिंग इस तरह से बनायी गयी है कि रिश्तेदार धातुएं एक दूसरी के ऊपर रहती हैं। वे आवर्त प्रणाली के ग्रुप तथा उपग्रुप बनाती हैं। यह नियम बड़ी बिल्डिंग के सारे निवासियों पर लागू होता है। ग्रुप I में आकर हाइड्रोजन इस नियम को तोड़ देता है।

परंतु हाइड्रोजन बेचारा जाये भी तो कहाँ? आवर्त सारणी में कई ग्रुप हैं, बड़ी बिल्डिंग में कितनी मंजिलें हैं। हाइड्रोजन के प्रथम मंजिली पड़ोसी हीलियम ने उस मंजिल पर फ्लैट पसंद किया, जिसे अब जीरो या शून्य ग्रुप कहते हैं। अन्य ग्रुपों में जगहें खाली हैं। हाइड्रोजन को "सूरज के सामने वाला फ्लैट" देने के लिये प्रथम मंजिल को कई तरह से बदला जा सकता है।

क्या इसे दूसरे ग्रुप में क्षारीय मृदा-धातुओं के साथ, जिनका अगुआ बेरिलियम है, नहीं रखा जा सकता? जी नहीं, उनकी हाइड्रोजन के साथ किसी तरह की रिश्तेदारी नहीं है। तीसरे, चौथे, पांचवें और छठे ग्रुप के निवासी – हैलोजेन, फ्लुओरीन, क्लोरीन ब्रोमीन आदि – हाइड्रोजन के साथ दोस्ती करने को तैयार हैं।

"क्या तुम अधातु हो?"—फ्लुओरीन हाइड्रोजन से पूछता है।

"हां!"

"क्या तुम गैस हो?"

"हां।"

"हम दोनों भी गैसें हैं", फ्लुओरीन क्लोरीन की ओर इशारा करते हुए कहता है।

"मेरा अणु दो परमाणुओं वाला है," हाइड्रोजन कहता है।

"कमाल है!" फ्लुओरीन आश्चर्यचकित हो कर बोला।

"हम हैलोजेनों के अणु भी ऐसे हैं।"

"अच्छा, यह बताओ, तुम ऋणात्मक आवेश दिखा सकते हो और अतिरिक्त इलेक्ट्रानों को जगह दे सकते हो? हमें इस काम में बड़ा मजा आता है।"

"क्यों नहीं। जो क्षारीय धातुएं मुझे पसंद नहीं करती हैं, मैं उनके साथ मिलकर हाइड्रोजन यौगिक बनाता हूँ, जिन्हें हाइड्राइड कहते हैं और वहां मेरी संयोजकता ऋण एक होती है।"

"ठीक है। तुम भी हमारे साथ रहने लगो। हम दोस्त बन जायेंगे।"

और हाइड्रोजन सातवें ग्रुप में रहने लगा। पर ज्यादा देर तक नहीं रह पाया। अपने नये रिश्तेदार से अच्छी तरह परिचित होने के बाद एक हैलोजेन व्यंग कसता है:

"भाई हाइड्रोजन: तुम्हारे बाह्य कोश में इलेक्ट्रानों

की संख्या बहुत ही कम है। केवल एक। पहले ग्रुप के निवासियों की तरह। बेहतर होगा कि तुम क्षारीय धातुओं के पास लौट जाओ।"

हाइड्रोजन के साथ कितनी ज्यादती हो रही है! कितने फ्लैट खाली हैं पर इस बेचारे का किसी पर भी अधिकार नहीं है।

ऐसा क्यों है? हाइड्रोजन के दोमुंहा होने का कारण क्या है? हाइड्रोजन इतना अजीब व्यवहार क्यों कर रहा है?

किसी भी रासायनिक तत्व के विशिष्ट गुण तब स्पष्ट होते हैं, जब वह अन्य तत्वों के साथ संयोजित होता है। तब वह उन इलेक्ट्रानों को दान कर देता है या ग्रहण कर लेता है, जो इसके बाह्य कोश से या तो बाहर निकल रहे होते हैं या अंदर घुस रहे होते हैं। जिस वक्त तत्व अपने बाह्य कोश के सारे इलेक्ट्रान खो बैठता है, उसके बाकी सारे कोश प्राय: अपरिवर्तित रहते हैं। हाइड्रोजन के अलावा बाकी सारे तत्वों पर यह बात लागू होती है। जब हाइड्रोजन अपने एकमात्र इलेक्ट्रान से जुदा हो जाता है, तो उसके बाद उसका केवल नग्न परमाणु नाभिक बच जाता है। यह प्रोटोन होता है जिसमें वास्तव में हाइ-ड्रोजन के परमाणु का नाभिक उपस्थित होता है (वस्तुत: इसमें हमेशा केवल प्रोटोन ही उपस्थित नहीं होता, परंतु इस महत्वपूर्ण बात की चर्चा हम बाद में करेंगे)। अत: हाइड्रोजन का रसायन, एक प्राथमिक कण का, प्रोटोन का रसायन—एक अलग तरह का

रसायन है। इस प्रकार हम देखते हैं कि जिन अभिक्रियाओं में हाइड्रोजन भाग लेता है, वे प्रोटोन के प्रभाव में घटती हैं।

हाइड्रोजन के परस्परविरोधी आचरण का यही कारण है।

सबसे पहला और सबसे अनोखा

हाइड्रोजन की खोज सुप्रसिद्ध अंग्रेज भौतिकविद हेनरी केवेन्डिश ने की थी। उनके एक समकालीन के शब्दों में वे विद्वानों में सबसे ज्यादा संपन्न और संपन्नों में सबसे ज्यादा विद्वान थे। हम अपनी तरफ से यह और जोड़ना चाहेंगे कि वे वैज्ञानिकों में औपचारिकता के सबसे अधिक भक्त थे। कहा जाता है कि केवेन्डिश जब कभी अपने पुस्तकालय से कोई पुस्तक लेते थे, हमेशा उस पुस्तक के कार्ड पर हस्ताक्षर कर दिया करते थे। केवेन्डिश अन्य वैज्ञानिकों से ज्यादा शांत प्रकृति के थे। वे अपना सारा वक्त वैज्ञानिक अनुसंधानों में बिता देते थे, दिन-रात अपने विज्ञान में खोये रहते थे जिसके कारण वे सनकी एकांतवासी के नाम से प्रसिद्ध हो गये थे। परंतु यही वे गुण थे जिनके बल पर उन्होंने एक नयी गैस – हाइड्रोजन खोज डाली। विश्वास कीजिये, यह कोई आसान काम नहीं था। (कुछ ऐतिहासिक दस्तावेजें यह इंगित करती हैं कि इस घटना से पहले राबर्ट बायल और मिखाईल लोमोनोसोव ने हाइड्रोजन के उत्सर्जन का अवलोकन किया था...)।

केवेन्डिश ने यह खोज सन् 1766 में की और 1783 में फ्रांस में हाइड्रोजन से भरा पहला बैलून आकाश में उड़ाया गया।

हाइड्रोजन की खोज रसायनज्ञों के लिये भी बड़े काम की साबित हुई। इससे रासायनिक यौगिकों के सबसे महत्वपूर्ण वर्ग – अम्लों व क्षारकों की प्रकृति और भी अच्छी तरह से समझने में काफी मदद मिली। लवणों के विलयनों से धातुओं को अवक्षेपित करने के लिये तथा धात्विक आक्साइडों को अपचयित करने के लिये हाइड्रोजन एक अनिवार्य प्रयोगशाला अभिकर्मक बन गया। यह बात कितनी भी विरोधाभासी क्यों न लगे, पर यह सच है कि अगर हाइड्रोजन की खोज 1766 में न होकर इसके 50 साल बाद होती (और यह वास्तव में संभव था) तो रसायन का विकास (सैद्धांतिक तथा प्रायोगिक) काफी लंबे अर्से के लिये पिछड़ जाता।

जब रसायनज्ञों को हाइड्रोजन की अच्छी जानकारी हो गयी और इसे महत्वपूर्ण पदार्थों के उत्पादन में प्रयुक्त किया जाने लगा, तब भौतिकविदों ने भी इस गैस में दिलचस्पी लेनी शुरू कर दी। उन्हें बहुत सारी बातें पता चलीं जिनसे विज्ञान कई गुना ज्यादा समृद्ध हो गया।

आपको कुछ और सबूत चाहिये? तो लीजिये, हाइड्रोजन की खूबियां सुनिये: 1)हाइड्रोजन किसी भी द्रव या गैस (हीलियम के अलावा) की तुलना में निम्न ताप (—259.1°C) पर जमता है। 2)यह

वही गैस है, जिसके परमाणु के आधार पर डेनिश भौतिकविद नील्स बोहर को परमाणु नाभिक के चारों ओर इलेक्ट्रानों के क्रम का सिद्धांत स्थापित करने में सफलता मिली जिसके बिना आवर्त नियम का भौतिक भाव समझा नहीं जा सकता था। इन तथ्यों ने अन्य अतिमहत्वपूर्ण खोजों की नींव रखी।

इसके बाद भौतिकविदों ने यह काम अपने पेशेवर भाइयों – खगोल भौतिकविदों को सौंप दिया, जो नक्षत्रों की रचना और बनावट का अध्ययन कर रहे थे। खगोल भौतिकविदों ने यह कहा कि ब्रह्माण्ड में हाइड्रोजन का स्थान पहला है। यह सूर्य, नक्षत्रों, नीहारिकाओं का मुख्य अवयव है तथा अंतरातारकीय अंतरिक्ष का मुख्य "पूरक" है। बाह्य अंतरिक्ष में हाइड्रोजन की मात्रा वहां उपस्थित सभी रासायनिक तत्वों की कुल मात्रा से अधिक है। पृथ्वी की तरह नहीं, जहां इसकी मात्रा 1% से भी कम है।

वैज्ञानिकों का यह विचार है कि परमाण्वीय नाभिकों के "तारकीय" रूपांतरणों का ताँता हाइड्रोजन से शुरू होता है जिसके फलस्वरूप सारे तत्व, सारे के सारे परमाणु बने हैं। सूर्य तथा नक्षत्रों के चमकने का कारण यह है कि उन पर तापनाभिकीय अभिक्रियाएं घटती हैं, जिनके दौरान हाइड्रोजन के हीलियम में रूपांतरित होने के फलस्वरूप बहुत बड़ी मात्रा में ऊर्जा उत्सर्जित होती है। पृथ्वी पर हाइड्रोजन एक मुख्य रसायनज्ञ है तथा बाह्य अंतरिक्ष में यह श्रेष्ठ रसायनज्ञ है।

हाइड्रोजन का एक और अद्वितीय गुण यह है कि इसके परमाणु द्वारा उत्सर्जित विकिरण का तरंग दैर्घ्य 21 सेंटीमीटर होता है। इसे सार्वत्रिक नियतांक कहते हैं क्योंकि यह ब्रह्माण्ड में हर जगह एक जैसा होता है। वैज्ञानिकों ने हाइड्रोजन "तरंग" पर अन्य बसे हुए संसारों के साथ रेडियो संपर्क स्थापित करने की समस्या पर ध्यान देना शुरू कर दिया है। अगर इन संसारों पर बुद्धिमान जीव बसे हुए हैं, तो उन्हें इस मान की जानकारी होनी चाहिये, उन्हें पता होना चाहिये कि 21 सेंटीमीटर से क्या अभिप्राय है।

पृथ्वी पर कितने प्रकार के हाइड्रोजन हैं?

पहले यह समझा जाता था कि पृथ्वी पर केवल एक हाइड्रोजन है जिसका परमाणु भार एक है। परंतु 1932 में वैज्ञानिकों ने एक और हाइड्रोजन खोजा जो पहले से दोगुना भारी था। यह हाइड्रोजन का एक समस्थानिक था, जिसका परमाणु भार दो था। समस्थानिक परमाणुओं की उन विविधताओं को कहते हैं, जिनका आवेश तो एक समान होता है, परंतु परमाणु भार विभिन्न होते हैं। अन्य शब्दों में समस्थानिक परमाणुओं के नाभिकों में प्रोटोनों की संख्या एक जैसी होती है, परंतु न्यूट्रानों की संख्या विभिन्न होती है। सभी रासायनिक तत्वों के समस्थानिक ज्ञात हैं: इनमें से कुछ प्रकृति में मिलते हैं तथा बाकी नाभिकीय अभिक्रियाओं द्वारा कृत्रिम रूप से प्राप्त किये गये हैं।

वह हाइड्रोजन समस्थानिक, जिसका नाभिक एक नग्न प्रोटोन होता है, प्रोटियम कहलाता है तथा इसका चिन्ह ^1H है। यह एकमात्र परमाणु नाभिक है जिसके अंदर एक भी न्यूट्रान नहीं होता (हाइड्रोजन का एक और अद्वितीय गुण)।

इस अकेले प्रोटोन में एक न्यूट्रान मिलाते ही भारी हाइड्रोजन समस्थानिक का एक नाभिक प्राप्त होता है जिसे ड्यूटीरियम (^2H या ^2D) कहते हैं। प्रकृति में प्रोटियम ड्यूटीरियम से बहुत ज्यादा विस्तृत है – कुल हाइड्रोजन के 99 प्रतिशत से अधिक।

परंतु हाइड्रोजन की एक और भी किस्म होती है, जिसके नाभिक में दो न्यूट्रान होते हैं; इसे ट्राइटियम (^3H या ^3T) कहते हैं। यह वायुमंडल में कास्मिक किरणों के प्रभावस्वरूप लगातार बनता रहता है। यह बनते ही शीघ्रता के साथ अदृश्य हो जाता है। यह विघटनाभिक होता है तथा हीलियम समस्थानिक (हीलियम –3) में क्षयित हो जाता है। ट्राइटियम एक अति विरल तत्व है: पृथ्वी के सारे वायुमंडल में इसकी मात्रा केवल 6 ग्राम है। प्रति 10 घन सेंटीमीटर वायु में ट्राइटियम का केवल एक परमाणु उपस्थित होता है। हाल ही में वैज्ञानिकों ने और भी ज्यादा भारी हाइड्रोजन समस्थानिक ^4H तथा ^5H प्राप्त किये हैं, परंतु वे बहुत अस्थायी हैं।

हाइड्रोजन को केवल इस तथ्य के आधार पर रासायनिक तत्वों में विशिष्ट स्थान नहीं दिया जाता कि इसके समस्थानिक होते हैं। इसकी विशिष्टता यह

है कि इसके समस्थानिकों के गुण एक दूसरे से काफी भिन्न होते हैं, विशेष रूप से उनके भौतिक गुण। अन्य तत्वों के समस्थानिकों में यह अव्यवस्था देखने को नहीं मिलती है।

हाइड्रोजन की हर किस्म का अपना अलग व्यक्तित्व है और रासायनिक अभिक्रियाओं में ये किस्में विभिन्न प्रकार से व्यवहार करती हैं। उदाहरण के लिये, प्रोटियम ड्यूटीरियम से ज्यादा सक्रिय होता है। हाइड्रोजन समस्थानिकों के व्यवहार का अध्ययन करते हुए वैज्ञानिकों ने विज्ञान की एक बिल्कुल नयी शाखा आरंभ की है, जिसे समस्थानिकों का रसायन कहते हैं। जिस रसायन से हम परिचित हैं, वह तत्वों के सभी समस्थानिकों को मिलाकर अध्ययन करता है। परंतु समस्थानिकों के रसायन में विभिन्न समस्थानिकों का पृथक अध्ययन किया जाता है। इससे शोधकर्ता को विभिन्न रासायनिक अभिक्रयाओं के सर्वाधिक जटिल प्रक्रम समझने में सहायता मिलती है।

आवर्त प्रणाली की वास्तुकला के बारे में कुछ और तथ्य

आप उस ठेकेदार के बारे में क्या कहेंगे, जिसने एक बिल्डिंग बनवायी, उसकी छत डलवायी और केवल इसके बाद डिजाइनरों के जिम्मे यह काम सौंपा कि वे बिल्डिंग को अच्छी तरह से देखें और बतायें कि उसमें कोई कमी तो नहीं रह गयी?

यह उस देश की कहानी की एक घटना लगती

है, जहां हर काम उलटे तरीके से किया जाता था। आपका क्या विचार है?

तिस पर भी तत्वों की आवर्त प्रणाली के साथ बिल्कुल ऐसी ही घटना घटी। पहले बड़ी बिल्डिंग बनायी गयी और हर रासायनिक तत्व को अलग फ्लैट दे दिया गया। रसायनज्ञों ने मेंडेलीफ की आवर्त सारणी को अपना औजार बना लिया। परंतु लंबे अर्से तक वे इस प्रश्न का उत्तर नहीं दे सके कि तत्वों के गुणों की समय-समय पर खुद ब खुद पुनरावृत्ति क्यों होती है।

इसका उत्तर भौतिकविदों ने दिया। उन्होंने इस बिल्डिंग के ढांचे की मजबूती का हिसाब-किताब लगाया और उन्हें अद्वितीय परिणाम मिले। उन्हें बिल्डिंग में किसी भी तरह की कमी या खराबी नहीं दिखायी दी; इसके निर्माण में "रासायनिक यांत्रिकी" के सारे नियमों का पूरी तरह से पालन किया गया था। अतः हमें मेंडेलीफ की सहजबुद्धि की तथा उनके रसायन के गंभीर ज्ञान की तारीफ करनी पड़ेगी।

भौतिकविदों ने अपना काम परमाणु की संरचना के अध्ययन से शुरू किया।

परमाणु का नाभिक हृदय होता है। इसके चारों ओर इलेक्ट्रान घूमते रहते हैं, जिनकी संख्या नाभिक के धन आवेशों की संख्या के बराबर होती है। हाइड्रोजन का एक इलेक्ट्रान होता है, पोटेशियम के बारह, यूरेनियम के बयानवे...। ये इलेक्ट्रान कैसे घूमते हैं? अव्यवस्थित ढंग से, जैसे बिजली के बल्ब के आस-पास

पतंगे उड़ते हैं या किसी निश्चित क्रमानुसार?

इन प्रश्नों का उत्तर ढूंढ़ने के लिये वैज्ञानिकों को नये भौतिक सिद्धांतों का सहारा लेना पड़ा और नयी गणितीय विधियां विकसित करनी पड़ीं। और तब उन्हें यह पता चला कि इलेक्ट्रान नाभिक के चारों ओर निश्चित कक्षकों पर घूमते हैं जैसे ग्रह सूर्य की परिक्रमा करते हैं।

"प्रत्येक कक्षक पर कितने इलेक्ट्रान हैं? कितने भी हो सकते हैं या संख्या सीमित होती है?"– रसायनज्ञों ने पूछा।

"इनकी संख्या सीमित होती है", भौतिकविदों ने उत्तर दिया।–"सारे इलेक्ट्रान-कोशों की सीमित धारिता है।"

भौतिकविदों से इलेक्ट्रान-कोशों के लिये अपने चिन्ह रखे हुए हैं। वे वर्णों K, L, M, N, O, P और Q का प्रयोग करते हैं। ये वर्ण क्रमानुसार नाभिक से कोशों की दूरी प्रदर्शित करते हैं।

भौतिकविदों और गणितज्ञों ने मिलकर एक आरेख बनाया जिसमें यह दिखाया कि प्रत्येक कक्षक में कितने इलेक्ट्रान होते हैं।

K–कोश में केवल दो इलेक्ट्रान हो सकते हैं, इससे ज्यादा नहीं। इनमें से पहला इलेक्ट्रान हाइड्रोजन परमाणु में प्रकट होता है और दूसरा हीलियम परमाणु में। यही कारण है कि मेंडेलीफ की सारणी के प्रथम आवर्त में केवल दो तत्व हैं।

L–कोश चार गुना अधिक अर्थात् आठ

इलेक्ट्रानों को जगह दे सकता है। इस कोश का प्रथम इलेक्ट्रान लीथियम परमाणु में होता है और अंतिम – निग्रान परमाणु में। लिथियम से निग्रान तक के तत्व मेंडेलीफ की सारणी का दूसरा आवर्त बनाते हैं। अगले कोशों में कितने इलेक्ट्रान हैं? M कोश में – 18, N कोश में – 32, O कोश में –50, P कोश में – 72 आदि। हालांकि अभी तक ऐसे तत्व ज्ञात नहीं हैं जिनके O व P कोश भरे हुए हों।

अगर दो तत्वों के बाह्य इलेक्ट्रान-कोश समान प्रकार से व्यवस्थित हैं, तो तत्वों के गुणों में समानता होती है। उदाहरण के लिये, लीथियम और सोडियम में से प्रत्येक के बाह्य कोश में एक इलेक्ट्रान होता है जिसकी वजह से दोनों तत्व आवर्त सारणी के एक ही ग्रुप में, अर्थात् प्रथम ग्रुप में रखे गये हैं। पाठक को इस बात पर ध्यान देना चाहिये कि ग्रुप का नंबर ग्रुप के तत्वों के परमाणुओं में संयोजकता इलेक्ट्रानों की संख्या के बराबर होता है।

उपरोक्त बातों से यह निष्कर्ष निकलता है: समान संरचना वाले बाह्य इलेक्ट्रान-कोशों की समय-समय पर पुनरावृत्ति होती है। इसी कारण रासायनिक तत्वों के गुणों की समय-समय पर पुनरावृति होती है।

परंतु उनकी विधिसंगत पुनरावृति नहीं होती। होटल में सारे कमरे एक जैसे नहीं होते – कुछ कमरे डीलक्स (अतिसुखद) श्रेणी के होते हैं, कुछ द्वितीय श्रेणी के और कुछ कमरे बिल्कुल साधारण होते हैं, उनमें केवल सर्वाधिक आवश्यक चीज़ें रखी होती हैं।

परंतु "बड़ी बिल्डिंग" के सारे फ्लैट एक जैसे होते हैं क्योंकि आवर्त सारणी में सारे तत्वों के अधिकार समान हैं।

मिलते-जुलते तत्व उन कमरों को लेते हैं जिनकी अंदरूनी सजावट एक जैसी होती है। इन कमरों में अगर कुछ अंतर होता है, तो वह बहुत थोड़ा होता है।

उदाहरण के लिये, सारी क्षारीय धातुओं के बाह्य आवरण में एक इलेक्ट्रान होता है, वे सारी धनात्मक एकसंयोजी होती हैं, रासायनिक अभिक्रियाओं में वे सभी बड़ी सक्रियता से भाग लेती हैं। परंतु उनकी अभिक्रियाशीलता एक समान नहीं होती, यह लीथियम से फ्रेंसियम तक बढ़ती जाती है।

तर्क की जीत

हर बात में कोई न कोई तर्क जरूर होता है। सर्वाधिक रहस्यमयी तथ्य तक में भी अपना तर्क होता है। आरंभ में वह प्रत्यक्ष नहीं होता, जिसकी वजह से असंगतियां उत्पन्न हो जाती हैं।

ये असंगतियां किसी भी सिद्धांत या परिघटना के लिये बड़ी अशुभ साबित होती हैं। वे या तो यह दिखाती हैं कि सिद्धांत गलत है या फिर बहुत ज्यादा सोच-विचार करने पर मजबूर कर देती हैं। अक्सर यह होता है कि इस गंभीर सोच-विचार से रहस्यमयी तथ्य

को और भी ज्यादा बारीकी से समझने में काफी सहायता मिलती है।

इस असंगति का एक उदाहरण देते हैं। समानता आवर्त सारणी के केवल प्रथम दो आवर्तों में प्रबल है। प्रत्येक आवर्त में तत्वों की संख्या बाह्य कोश में इलेक्ट्रानों की संख्या के बराबर है। इस प्रकार प्रथम आवर्त के तत्वों – हाइड्रोजन तथा हीलियम – के परमाणुओं में K-कोश भरा हुआ है। इसमें दो से अधिक इलेक्ट्रान नहीं हो सकते, अतः प्रथम आवर्त में केवल दो तत्व हैं। L-कोश आठ इलेक्ट्रानों वाला है जो द्वितीय आवर्त के तत्वों – लीथियम से निग्रोन तक – के परमाणुओं से पूर्णतया भरा हुआ है। इसी वजह से द्वितीय आवर्त में आठ तत्व हैं।

द्वितीय आवर्त के बाद काफी उलझनें पैदा हो जाती हैं।

अगले आवर्तों में तत्वों की संख्या की गिनती कीजिये। तीसरे में आठ हैं, चौथे में 18, पांचवें में 18, छठे में 32 और सातवें में भी 32 होने चाहियें (यह आवर्त अभी तक अधूरा है)। परंतु तत्संबंधी कोशों की स्थिति क्या है? यहां आंकड़े विभिन्न हैं: 18, 32, 50 और 72 ...।

हमने इस निष्कर्ष पर पहुंचने में क्या जल्दी नहीं कर दी कि भौतिकविदों को आवर्त सारणी की बिल्डिंग में कोई कमी ही नहीं दिखायी दी? कितनी अच्छी बात होती, अगर बिल्डिंग की हर मंज़िल के निवासी नियमित रूप से निश्चित इलेक्ट्रान-कोश भरते जाते और

हर मंजिल एक क्षारीय धातु से शुरू होती तथा निष्क्रिय गैस पर खत्म होती। तब प्रत्येक आवर्त की धारिता इलेक्ट्रान-कोश की धारिता के बराबर होती...।

हमें मजबूरी में इस बात की संभाव्य अर्थ में चर्चा करनी पड़ रही है: अगर...। बात यह है कि शेष वास्तव में मेल नहीं खा रहा है। मेंडेलीफ की सारणी के तीसरे आवर्त में वासियों की संख्या तीसरे कोश – M-कोश में इलेक्ट्रानों की संख्या से कम है। अगले आवर्तों में भी यही स्थिति है।

एक दुखद असंगति...। परंतु इसी असंगति में आवर्त प्रणाली के सार का सुराग मिलता है।

देखिये: हालांकि तीसरा आवर्त आर्गान पर खत्म होता है, परंतु उसके परमाणु का तृतीय M-कोश अधूरा है। पूरी तरह से भरे कोश में 18 इलेक्ट्रान होने चाहियें, परंतु फिलहाल इसमें केवल आठ इलेक्ट्रान हैं। आर्गान के बाद पोटेशियम आता है जो चौथी मंजिल का पहला निवासी होने के कारण चौथे आवर्त का तत्व है। परंतु पोटेशियम परमाणु अपने अगले इलेक्ट्रान को तृतीय कोश में रखने की जगह चौथे -N कोश में रखना बेहतर समझता है। यह संयोग की बात नहीं है। इसका कारण एक नियमितता है जिसे भौतिकविदों ने प्रमाणित किया है और वह यह है कि किसी भी परमाणु के बाह्य कोश में 8 से ज्यादा इलेक्ट्रान नहीं हो सकते। 8 बाह्य इलेक्ट्रानों का संयोजन काफी स्थायी प्रकृति का होता है।

पोटेशियम के पड़ोसी कैल्सियम में भी नवीन

इलेक्ट्रान बाह्य कोश को प्राथमिकता देता है, क्योंकि तब कैल्सियम परमाणु की ऊर्जा-सप्लाई किसी भी इलेक्ट्रान वितरण की ऊर्जा-सप्लाई की तुलना में कम होती है। परंतु स्कैन्डियम में, जो कैल्सियम के बाद आता है, परमाणु के बाह्य कोश को भरने की प्रवृति लुप्त हो जाती है। इसका नया इलेक्ट्रान अधूरे द्वितीय अंतिम M-कोश में गोते खाता रहता है। और चूंकि इस कोश में दस रिक्त स्थान होते हैं (हमें पता ही है M-कोश की धारिता 18 इलेक्ट्रान है), तो अगले दस तत्वों – स्कैन्डियम से जिंक तक – के परमाणु धीरे-धीरे अपने M-कोश भरते जाते हैं। अन्ततः M-कोश के सारे इलेक्ट्रान जिंक में अपनी-अपनी जगह ले लेते हैं। इसके बाद N-कोश एक बार फिर इलेक्ट्रानों को ग्रहण करना शुरू कर देता है। जैसे ही इसके पास 8 इलेक्ट्रान जमा हो जाते हैं, हमें निष्क्रिय गैस क्रिप्टान प्राप्त होती है। रूबिडियम के साथ पुरानी कहानी की पुनरावृत्ति होती है; पांचवां कोश चौथे के पूर्ण होने से पहले ही प्रकट हो जाता है।

इलेक्ट्रान कोशों का धीरे-धीरे भरना आवर्त सारणी के चौथे आवर्त से शुरू होने वाले निवासियों के आचरण का एक अंग है। रासायनिक तत्वों की बड़ी बिल्डिंग के अंदर इस नियम का बड़ी सख्ती से पालन किया जाता है।

इसी कारण सारणी को मुख्य व द्वितीयक उपग्रुपों में बांटा गया है। जिन तत्वों में बाह्य इलेक्ट्रान-कोश भर जाते हैं, उन्हें मुख्य उपग्रुपों में शामिल किया

जाता है और जिनमें आंतरिक भर जाते हैं, वे द्वितीयक उपग्रुप में रखे जाते हैं।

परंतु चौथा -N कोश एकदम नहीं भरता। इसका भराव बड़ी बिल्डिंग की तीन मंजिलों तक बढ़ जाता है। इस कोश का पहला इलेक्ट्रान पोटेशियम में प्रकट होता है, जो फ्लैट नंबर 19 में रहता है। परंतु 32 वां इलेक्ट्रान केवल इटेर्बियम में प्रकट होता है जो छठे आवर्त का प्रतिनिधि है। इसका परमाणु क्रमांक 70 है।

इस प्रकार आप देख ही रहे हैं कि असंगति से नुकसान नहीं, बल्कि लाभ हुआ है। इसे स्पष्ट करने के प्रयास में हमें और भौतिकविदों को आवर्त प्रणाली की संरचना की और भी अधिक गहरी जानकारी हो गयी।

रसायनज्ञों का अप्रत्याशित के साथ कैसे वास्ता पड़ा

आपने शायद अंग्रेज़ लेखक हरबर्ट वैल्स की विज्ञानकथा "ग्रहों का युद्ध" पढ़ी होगी, जिसमें मंगल के वासियों द्वारा पृथ्वी पर आक्रमण का वर्णन किया गया है।

आपको याद होगा कि जब अंतिम मंगलवासी मार दिया गया और पृथ्वी पर फिर से जीवन का सामान्य क्रम आरंभ हुआ, तो इस सदमे से संभल कर वैज्ञानिक उन सब चीज़ों के अध्ययन में जुट गये जो पड़ोसी ग्रह से आये इन अप्रत्याशित अतिथियों के पीछे रह गयी थीं। अन्य चीज़ों के अलावा उनका ध्यान

रहस्यमयी काली धूल की ओर गया, जिससे मंगलवासी पृथ्वी पर जीवन नष्ट करते थे।

कई असफल प्रयोगों के बाद, जो भयंकर विस्फोटों के साथ खत्म हुए, उन्हें पता चला कि वह अशुभ पदार्थ निष्क्रिय गैस आर्गान का किसी तत्व के साथ यौगिक था। पृथ्वी के वासी इस तत्व से अभी तक अपरिचित थे।

हालांकि, जिन दिनों विज्ञान कथाओं का महान लेखक अपनी पुस्तक के अंतिम पृष्ठ लिख रहा था, रसायनज्ञों को पक्का विश्वास था कि आर्गान किन्हीं भी परिस्थितियों में किसी भी चीज़ के साथ संयोजित नहीं हो सकती। वे बहुसंख्यक प्रयोगों के आधार पर इस निष्कर्ष पर पहुंचे थे।

आर्गान को निष्क्रिय गैस कहा गया। रसायन में "आलसी" तत्वों का एक पूरा ग्रुप है। आर्गान के अलावा हीलियम, निआन, क्रिप्टान, जीनान व रेडान इस ग्रुप के सदस्य हैं।

आवर्त प्रणाली में इन तत्वों को जीरो ग्रुप में रखा गया क्योंकि इनकी संयोजकता जीरो के बराबर मानी गयी। निष्क्रिय गैसों के परमाणु इलेक्ट्रान देने में भी असमर्थ हैं और लेने में भी।

रसायनज्ञों ने निष्क्रिय गैसों के साथ अभिक्रिया कराने के हर संभव प्रयास किये। उन्होंने इन्हें इतने उच्च तापमानों तक गर्म किया जिन पर सर्वाधिक दुर्गलनीय धातुएं उबलते हुए गर्म द्रव में बदल जाती हैं, इन्हें इतना ज्यादा ठंडा किया कि वे ठोस पदार्थ

में परिवर्तित हो गयीं, तीव्र वद्युत चिंगारियां इन गैसों में प्रवाहित कीं तथा सर्वाधिक उग्र रासायनिक अभिकर्मकों द्वारा इन पर हमला कराया। परंतु उनके सारे प्रयत्न बेकार गये।

जहां दूसरे तत्व कब की हार मान गये होते तथा रासायनिक संयोजन में भाग ले बैठे होते, निष्क्रिय गैसें शांत बैठी रहीं। ऐसा लगता था जैसेकि वे शोधकर्ताओं से यह कह रही हों: "आप अपना वक्त बर्बाद कर रहे हैं। हमें अभिक्रिया में भाग लेने का कोई चाव नहीं है। हमारी सेहत पर इसका कोई असर नहीं पड़ता।" इस घमंड के कारण उन्हें एक और खिताब दे दिया गया – उन्हें "उत्कृष्ट गैसें" कहा जाने लगा। परंतु इस खिताब में व्यंग्य का पुट दिखायी देता है।

रैमजे तथा क्रुक्स को, जिन्होंने स्थलीय खनिजों में हीलियम को खोजा, गर्व होना स्वाभाविक था: उन्होंने विश्व को एक ऐसा नया रासायनिक तत्व भेंट किया, जिसका अस्तित्व एक वास्तविकता था। रासायनिक तत्व! वैज्ञानिकों ने हीलियम से आवर्त सारणी के अन्य निवासियों की तरह व्यवहार कराने के लिये मुंहमाँगे पैसे दे दिये होते – काश यह हाइड्रोजन आक्सीजन या सल्फर के साथ अभिक्रिया करने लगती और तब सम्मानित प्रोफेसर अपने विभागों में बैठकर हीलियम के आक्साइडों और लवणों की बातें सुना सकते।

परंतु निष्क्रिय गैसों के प्रथम सदस्य हीलियम ने

उनकी आशाओं पर पानी फेर दिया। पिछली शताब्दी के अंत में रैमजे और ट्रैवर्स ने निओन, आर्गान, क्रिप्टान व जीनान की खोज की। आगे चलकर रेडान ने रासायनिक "आलसियों" का ग्रुप पूरा कर दिया। इन सभी तत्वों के अपने-अपने परमाणु भार थे। परंतु सच कहा जाये तो हर वैज्ञानिक इनके नाम से पहले "रासायनिक" लिखने से झिझक रहा था, उदाहरण के लिये, "तत्व आर्गान" को कोई भी "रासायनिक तत्व आर्गान" कहने को नहीं तैयार था।

इसी कारण वैज्ञानिकों ने उत्कृष्ट गैसों के इस घमंडी परिवार को मेंडेलीफ की सारणी के किनारे की ओर सरका दिया। उन्होंने इनके लिये एक नया खंड बनाया, जिसका नाम जीरो ग्रुप रखा। और रसायन की पाठ्यपुस्तकों में उन्होंने यह लिखा कि कुछ रासायनिक तत्व ऐसे होते हैं जो किन्हीं भी परिस्थितियों में यौगिक बनाने में असमर्थ होते हैं।

वैज्ञानिकों को काफी आघात पहुँचा था: एक नहीं, दो नहीं, छः रासायनिक तत्व उनकी इच्छा की अवहेलना करते हुए रसायन-विज्ञान के क्षेत्र से बाहर निकल गये थे।

समस्या हल हो गयी पर तसल्ली फिर भी नहीं हुई

शुरू में मेंडेलीफ भी घबरा गये। अपनी स्थिति स्पष्ट करने के लिये उन्होंने यह तक कह दिया कि आर्गान तत्व ही नहीं है। उन्होंने इसे नाइट्रोजन का

एक यौगिक बताया – N_3, जिसके अणु में तीन परमाणु हैं, जैसे आक्सीजन अणु O_2 के साथ-साथ ओजोन अणु O_3 भी होता है।

परंतु अंत में तथ्यों ने मेंडेलीफ को अपनी गलती मानने पर मजबूर कर दिया और उन्होंने रैमजे के कथन की सत्यता स्वीकार कर ली। अब विश्व की सारी पाठयपुस्तकों में इस अंग्रेज़ वैज्ञानिक को उत्कृष्ट गैसों के ग्रुप का खोजी बताया जाता है और कोई भी इस तथ्य को चुनौती देने को तैयार नहीं है।

निकोलाई मोरोज़ोव नाम के रूसी वैज्ञानिक 20 साल तक शलीसेल्बर्ग के किले में एक कैदी के रूप में रखे गये। उनका अपराध यह था कि वे जार के शासन का विरोध करने वाले एक दल "नारोद्नाया वोल्या" के सदस्य थे। आगे चलकर सोवियत सत्ता के दिनों वे एक विख्यात वैज्ञानिक के रूप में प्रसिद्ध हुए। पत्थर की बनी जेल की अभेद्य दीवारें उनकी इच्छा शक्ति का दमन करने या वैज्ञानिक कार्यों से उन्हें दूर करने में असमर्थ रहीं। उनके अध्यवसाय ने कई साहसी विचारों व परिकल्पनाओं को जन्म दिया। जेल में मोरोज़ोव ने आवर्त प्रणाली पर एक अनुसंधान कार्य पूरा किया जिसमें उन्होंने उन तत्वों के अस्तित्व की भविष्यवाणी की, जो रासायनिक रूप से निष्क्रिय होने चाहियें।

मोरोजोव की रिहाई के वक्त तक निष्क्रिय गैसों की खोज हो चुकी थी और उन्हें त्त्वों की सारणी में शामिल किया जा चुका था।

कहा जाता है कि मेंडेलीफ की मृत्यु से कुछ समय पहले मोरोज़ोव उनसे मिलने आये थे और दोनों समकालीन वैज्ञानिकों ने आवर्त नियम पर काफी देर तक बातचीत की थी। दुर्भाग्यवश इस वार्तालाप के विवरण अज्ञात हैं।

रसायन के इतिहासकारों ने जब रासायनिक पत्रिकाओं के लेखों का ध्यानपूर्वक अध्ययन किया, तो उन्हें बहुत सारी दिलचस्प बातें ज्ञात हुईं। उन्हें पता चला कि अतीत के कई शोधकर्त्ता इस समस्या से उलझन में पड़ गये थे कि क्षारीय धातुओं और हैलोजेनों के बीच अभी भी कुछ अज्ञात तत्व हैं या नहीं। और वे इस निष्कर्ष पर पहुँचे कि ऐसे तत्व हैं। कुछ ने तो इन तत्वों के परमाणु भारों की भविष्यवाणी तक कर दी। दूसरे और भी आगे बढ़ गये। उनके कथनानुसार इन तत्वों की रासायनिक सक्रियता निम्नतम होनी चाहिये। परंतु किसी को भी उनकी समुच्चय अवस्था के बारे में पूरा यकीन नहीं था: वे ठोस पदार्थ होंगे या द्रव या गैस होंगे? आवर्त प्रणाली में हैलोजेनों मे अगले तत्वों के अस्तित्व की भविष्यवाणी करने वाले लोगों में बोइसबाउड्रान (एका-ऐलुमिनियम के खोजकर्ता) तथा पिछली शताब्दी के अंत के प्रमुख वैज्ञानिक डेनिश ऊष्मरसायनज्ञ थामसन भी शामिल थे। आप देख ही रहे हैं कि इन तत्वों के अस्तित्व का पूर्वानुमान केवल मोरोजोव तक ही सीमित नहीं रहा। परंतु यह बात कितनी भी विरोधाभासी क्यों न लगे, यह एक वास्तविकता है कि इन पूर्वानुमानों का हीलियम तथा इसके

अनुरूपों के इतिहास पर जरा सा भी असर नहीं पड़ा।

उत्कृष्ट गैसों की निष्क्रियता का भेद पता चलने से कुछ समय पहले मेंडेलीफ की मृत्यु हो गयी। यह भेद निम्न था।

भौतिकविदों ने, जो अक्सर रसायनज्ञों की सहायता करते आये हैं तथा आज भी करते हैं, यह सिद्ध किया कि वह बाह्य कोश बहुत ही ज्यादा स्थायी होता है जिसमें 8 इलेक्ट्रान स्थित होते हैं। यह कोश एक किस्म से इलेक्ट्रान-कोश के स्थायित्व का आदर्श है। अतः यह न तो इलेक्ट्रानों का दाता बनता है और न ही उनका ग्राही।

इस प्रकार हम देखते हैं कि निष्क्रिय गैसों की उत्कृष्टता का कारण – उनके बाह्य कोश में 8 इलेक्ट्रानों (या हीलियम परमाणु की स्थिति में 2) की उपस्थिति है। हीलियम का दो इलेक्ट्रानों वाला कोश अन्य रासायनिक "आलसियों" के अष्ट इलेक्ट्रानी कोशों से कम स्थायी नहीं होता है।

रसायनज्ञों को एक बात और समझ में आ गयी : आवर्त सारणी में जीरो ग्रुप किसी मजबूरी के कारण नहीं जोड़ा गया था। इसके बिना आवर्त सारणी की बिल्डिंग अधूरी लगती क्योंकि इसका प्रत्येक आवर्त निष्क्रिय गैस पर खत्म होता है जिसके बाद अगला इलेक्ट्रान कोश भरना आरंभ हो जाता है और बड़ी बिल्डिंग की अगली मंज़िल बननी शुरू हो जाती है।

आप देख ही रहे हैं कि सारी बात कितनी सरल निकली। अभिजातीय खिताब के बावजूद उत्कृष्ट गैसों

ने व्यावहारिक काम करने की क्षमता प्रदर्शित की: हीलियम को बैलूनों तथा वायुपोतों में भरा जाने लगा, इसने गोताखोरों की केसन रोग से रक्षा करनी शुरू कर दी। आर्गान तथा निग्रान के बल्ब रात के वक्त शहरों की शोभा बढ़ाने लगे।

परंतु शायद "तिस पर भी यह घूमती है?" हो सकता है कि भौतिविद किसी बात पर विचार करना भूल गये हों या उन्होंने अभी तक उसकी गणना नहीं की हो या रसायनज्ञों ने पदार्थों की एक दूसरे के साथ अभिक्रिया कराने के सारे साधन न अपनाये हों?

"सनकी" विचार की खोज या निष्क्रिय गैसों ने निष्क्रियता की आदत कैसे छोड़ी?

"दो समानान्तर सरल रेखायें एक दूसरे को कभी नहीं काटतीं" – प्राचीन काल के सबसे महान गणितज्ञ यूक्लिड की ज्यामिति का दावा था। "नहीं कटनी चाहियें" – पिछली शताब्दी के मध्य में रूसी वैज्ञानिक निकोलाई लोबाचेव्स्की ने घोषणा की।

और इस प्रकार एक नयी ज्यामिति का जन्म हुआ जिसे अयूक्लिड ज्यामिति कहा गया।

"यह बकवास है, गप है" – आरंभ में प्रमुख वैज्ञानिकों ने इस ज्यामिति के बारे में ये शब्द कहे। परंतु अगर अयूक्लिड ज्यामिति न होती, तो हमारे पास सापेक्षिकता-सिद्धांत न होता और न ही हमें यह

पता चलता कि ब्रह्मांड की संरचना किन नियमों का पालन करती है।

बहुत सारे पाठकों ने प्रसिद्ध रूसी लेखक अलेक्सेई टालस्टाय का उपन्यास "इंजीनियर गारिन का हाइ-परबोलाइड" अवश्य पढ़ा होगा।

"उत्तम विज्ञान कथा"—सारी दुनिया के साहित्यिक आलोचकों का मत था।

"कथा कभी सच्चाई नही बन सकती"—वैज्ञानिकों ने दोहराया।

प्रथम माणिक्य द्वारा अनूठी चमक तथा शक्ति की प्रकाशीय किरण के उत्सर्जन से केवल 15 साल पहले टालस्टाय की मृत्यु हुई तथा "लेसर" शब्द का प्रयोग केवल विशेषज्ञों तक ही सीमित नहीं रहा।

...उत्साही रसायनज्ञों को निष्क्रिय गैसों की अनदेखी जिद पर विजय प्राप्त करने की संभावना में विश्वास था। अगर हम थोड़ा कष्ट करें और तीसरे, चौथे तथा पांचवें दशक की वैज्ञानिक पत्रिकाओं के पीले पड़े पृष्ठों को पलटें, तो हमारा कई विचित्र लेखों तथा टिप्पणियों के साथ वास्ता पड़ेगा, जो यह बताती हैं कि रसायनज्ञों ने इस बात की आशा कभी नहीं छोड़ी थी कि वे निष्क्रिय गैसों को अपने कार्यक्षेत्र में जरूर घसीट लायेंगे।

इन पृष्ठों से अजीब-अजीब सूत्र हमारी तरफ देखते हैं। वे निराले पदार्थों, हीलियम के मर्करी, पैलेडियम, प्लैटिनम तथा अन्य धात्विक यौगिकों की कथा सुनाते हैं। केवल एक बात खराब है: ये वे यौगिक

नहीं हैं, जिन्हें हम प्राप्त करना चाहेंगे। इनमें हीलियम का दो इलेक्ट्रान वाला कोश अपरिवर्तित रहता है तथा यौगिक केवल अति निम्न तापमान पर अस्तित्व रखते हैं – परम शून्य के राज्य में ...।

अगर हम रासायनिक पत्रिकाओं के अगले पृष्ठ पढ़ें, तो एक और नयी बात पता चलती है : सोवियत रसायनज्ञ निकीतिन ने जल, फीनोल तथा कुछ कार्बनिक द्रवों के साथ जीनान व रेडान के यौगिक प्राप्त किये $Xe \cdot 6H_2O$ और $Rn \cdot 6H_2O$। ये साधारण परिस्थितियों में स्थायी रहते हैं, सरलता से प्राप्त किये जा सकते हैं, परंतु ...

परंतु पहले की तरह रासायनिक अनुबंधों का इन यौगिकों के साथ कोई संबंध नहीं है। जीनान और रेडान के परमाणु अपने बाह्य कोशों की पूर्णता के प्रति पूरी निष्ठा रखते हैं : 8 इलेक्ट्रान थे, 8 ही बाकी रह गये।

बीसवीं शताब्दी – मानव जाति के इतिहास की सबसे ज्यादा प्रचण्ड तथा अविस्मरणीय शताब्दी समाप्त होने जा रही है। वैज्ञानिक शीघ्र ही पिछले 100 वर्षों में प्राप्त उपलब्धियों का लेखा-जोखा बनायेंगे। अद्वितीय खोजों की अन्तहीन सूची में "निष्क्रिय गैसों के रासायनिक यौगिकों के उत्पादन" को मुख्य जगह दी जायेगी। और कुछ उत्साही वृत्ताकार निम्न शब्द जोड़ेंगे : सर्वाधिक सनसनीखेज खोजों में से एक! सनसनीखेज? असंभव! एक रोमानी किस्सा। या इस बात की कहानी कि एक समस्या, जिसने बीसियों सालों तक वैज्ञानिकों

को परेशान करे रखा, कभी-कभी कितनी ग्रासानी से हल की जा सकती है...।

हमारे दिनों में रसायन एक मजबूत पेड़ की याद दिलाता है जिसका विशाल शिखर लगातार बढ़ता जा रहा हो। एक शाखा का ग्रध्ययन ग्रकेले ग्रादमी के बस की बात नहीं है। एक शोधकर्ता छोटी सी शाखा, कली या मुश्किल से दिखाई दे रहे कोंपल के ग्रध्ययन में ही कई साल बिता देता है। शाखा के बारे में सारी जानकारी प्राप्त करने के लिये ऐसे हजारों ग्रनुसंधान कार्यों की जरूरत पड़ती है।

कनाडा के रसायनज्ञ नेल बार्टलैट जिस टहनी का ग्रध्ययन कर रहे थे, वह एक यौगिक था, जिसे रसायन की भाषा में प्लैटिनम हैक्साफ्लुग्रोराइड कहते हैं – PtF_6। यह कोई संयोग की बात नहीं थी कि वैज्ञानिक इस पदार्थ को बहुत ज्यादा समय दे रहे थे। भारी धातुग्रों के साथ फ्लुग्रोरीन के यौगिक बड़े दिलचस्प पदार्थ हैं तथा विज्ञान ग्रौर उपयोग की दृष्टि से बहुत महत्व रखते हैं। इनका एक उपयोग यह है कि इनकी सहायता से नाभिकीय इंजीनियरी में यूरेनियम समस्थानिक – यूरेनियम-235 तथा यूरेनियम-238—एक दूसरे से पृथक किये जाते हैं। एक समस्थानिक को दूसरे से पृथक करना बहुत जटिल प्रक्रिया है, परंतु यूरेनियम हैक्साफ्लुग्रोराइड UF_6 की सहायता से इस कार्य में सफलता मिली है। इसके ग्रलावा भारी धातुग्रों के फ्लुग्रोराइड ग्रति सक्रिय रासायनिक पदार्थ होते हैं।

बार्टलैट ने PtF_6 की ग्राक्सीजन के साथ ग्रभिक्रिया

करायी और एक विचित्र यौगिक प्राप्त किया। इस यौगिक में आक्सीजन धनावेशित अणु O_2 के रूप में उपस्थित था, अणु, जो एक इलेक्ट्रान खो चुका था। इस अणु में अजीब बात क्या थी? विचित्रता यह थी कि इस आक्सीजन अणु से एक इलेक्ट्रान छीनना बहुत ही कठिन कार्य था, क्योंकि इसके लिये बहुत अधिक ऊर्जा चाहिये थी। प्लैटिनम हैक्साफ्लुओराइड आक्सीजन अणु से एक इलेक्ट्रान अलग करने में समर्थ पाया गया।

निष्क्रिय गैस के परमाणुओं के बाह्य कोशों से एक इलेक्ट्रान अलग करने के लिये भी काफी ऊर्जा चाहिये। यहां एक नियमितता लागू होती है जिसके अनुसार निष्क्रिय गैस जितनी ज्यादा भारी होती है उतनी ही कम ऊर्जा की आवश्यकता पड़ती है। और आक्सीजन अणु से एक इलेक्ट्रान अलग करने के मुकाबले जीनान परमाणु से एक इलेक्ट्रान पृथक करना ज्यादा आसान साबित हुआ।

और इसका मतलब हुआ... सबसे मजेदार घटना यहीं से शुरू होती है। बार्टलैट ने प्लैटिनम हैक्साफ्लुओ-राइड को जीनान परमाणु से इलेक्ट्रान चुरा कर लाने का काम सौंपा। और उन्हें इस कार्य में सफलता मिली – सन् 1962 में विश्व में निष्क्रिय गैस के प्रथम रासाय-निक यौगिक ने जन्म लिया। यह $XePtF_6$ था। यह काफी स्थायी था – प्लैटिनम या मर्करी के साथ बने हीलियम के ऐसे-वैसे आकर्षक यौगिकों की तरह नहीं था।

इस छोटे से दाने से तुरंत एक अंकुर निकला,

जो एक बांस की तरह बढ़ने लगा। अभी कल तक कई रसायनज्ञ इस पर संदेह कर रहे थे। निष्क्रिय गैसों के बाह्य कोश के अमोघत्व की गढंत कथा इस क्षेत्र में अनुसंधान के काम में काफी अर्से तक एक बाधा बनी रही।

आज जीनान, क्रिप्टान और रेडान के डेढ़ सौ से ज्यादा यौगिक ज्ञात हैं। फ्लुओराइड, क्लोराइड, आक्साइड तथा सब तरह के लवण इस सूची में शामिल हैं। जीनान का नाइट्रोजन यौगिक भी प्राप्त किया गया है। इन में से एक तिहाई से ज्यादा यौगिक सोवियत रसायनज्ञों के प्रयासों के फलस्वरूप प्राप्त हुए हैं। तत्वत:, अकार्बनिक रसायन की एक नयी शाखा का जन्म हुआ है और इसका भविष्य अवश्य ही उज्ज्वल होगा। जीनान तथा क्रिप्टान के बहुत सारे यौगिक व्यावहारिक कार्यों में उपयोगी सिद्ध हो चुके हैं।

सिद्धांतवादियों ने विभिन्न पदार्थों के साथ भारी उत्कृष्ट गैसों की अभिक्रियाओं की उत्तम यांत्रिकी की व्याख्या देकर पुराने भ्रमों को छिन्न-भिन्न कर दिया है। विशेष बात यह है कि इस कार्य के लिये किसी तरह के नये विचारों की जरूरत नहीं थी, रासायनिक अन्योन्यक्रिया के प्राचीन सिद्धांतों से काम चल सकता था।

जैसाकि अक्सर विज्ञान के इतिहास में देखने को मिलता है, तीसरे और चौथे दशक के कुछ पुराने कार्य याद किये गये, जिनके लेखकों ने किसी आधार पर पूर्वानुमान किया था कि उत्कृष्ट गैसें (कम से कम,

जीनान) रासायनिक अभिक्रियाओं में शामिल की जा सकती हैं। इन पूर्वानुमानियों में प्रमुख अमरीकी वैज्ञानिक लेनस पाउलिंग का नाम भी गिना जाता है।

हन्त, उनके विचारों के बीज बंजर जमीन पर पड़े ...। किसी विशेष वैज्ञानिक निर्भीकता की जरूरत नहीं थी – निष्पक्ष तथा अधिक सावधान रहने की जरूरत थी।

नेल बार्टलैट ऐसे व्यक्ति निकले।

जीरो या आठवां ग्रुप?

जब रासायनिक पत्रिकाओं में रोज निष्क्रिय गैसों के नये-नये यौगिकों के संश्लेषण की खबरें छपने लगीं, तो वैज्ञानिक लोग बड़ी परेशानी में पड़ गये।

"जीनान फ्लुओराइडों ने मेंडेलीफ की सारणी को खतरे में डाल दिया!" उनमें से एक वैज्ञानिक चिल्लाया, जिसका संयोगवश इस दुस्वपनः के साथ वास्ता पड़ा था। "अगर निष्क्रिय गैसें अब निष्क्रिय नहीं, तो उनके लिये आवर्त सारणी में एक विशेष ग्रुप – जीरो ग्रुप रखने की क्या जरूरत है?"

"आपकी बात ठीक है। परंतु निष्क्रिय गैसों का रसायन वास्तविकता में केवल जीनान का रसायन है। इस कमजोर नींव पर बड़ी बिल्डिंग को खड़ा करने का क्या कोई कारण है?"

सातवें दशक के मध्य में ऐसे संवाद अक्सर सुनाई देते थे।

आखिर जीत उन्हीं लोगों की हुई जो बड़ी बिल्डिंग के पुनः निर्माण के पक्ष में थे। जीरो ग्रुप समाप्त कर दिया गया।

अब सभी उत्कृष्ट गैसें आठवें ग्रुप के मुख्य उपग्रुप में शामिल कर ली गयीं। और यह बात और भी ज्यादा तर्कसंगत लगती थी क्योंकि आठवां ग्रुप एक द्वितीयक उपग्रुप के कारण काफी अर्से तक अन्य ग्रुपों से भिन्न था। इस तथ्य को मेंडलीफ की सारणी की एक कमी माना जाता था।

अब आठवां ग्रुप "सब जैसा" हो गया। जीनान की संयोजकता आठ के बराबर न होने के तथ्य का कोई वास्तविक महत्त्व नहीं है। हर नियम में कुछ "कष्टप्रद" अपवाद होते हैं। पाठकों की जानकारी के लिये हम बताना चाहेंगे कि किसी ग्रुप का नंबर उस ग्रुप को बनाने वाले तत्वों की उच्चतम संयोजकता के बराबर होता है।

अब एक बार फिर से रसायन के इतिहास के अध्ययन की आवश्यकता है। पुस्तक के आरंभ में वर्णित आवर्त प्रणालियों के "एटलस" को ज्यादा गौर से देखने की जरूरत है। आप देख सकते हैं कि इस एटलस की कई सारणियों में निष्क्रिय गैसों को आठवें ग्रुप के द्वितीयक उपग्रुप के सदस्यों के रूप में प्रस्तुत किया गया है। उन दिनों वैज्ञानिक इन विचारों का समर्थन तो क्या, उलटा इनका विरोध कर रहे थे।

हमारी दुनिया कितनी परिवर्तनीय है... आज ये रासायनिक सिद्धांत का आवश्यक अंग हैं तथा हर

पाठ्यपुस्तक में इनकी चर्चा की जाती है।

बुद्धिमान लोगों का कहना है कि जल्दी दिखाने से काम बिगड़ जाता है। क्या हमने उत्कृष्ट गैसों को उनके जीरो ग्रुप से निकाल फेंकने में काफी जल्दी नहीं दिखायी ?

आज निष्क्रिय गैसों के लगभग डेढ़ दर्जन यौगिक ज्ञात हैं जिनमें 80% से अधिक जीनान के यौगिक हैं। क्रिप्टान के यौगिक काफी कम हैं तथा वे सारे के सारे काफी अस्थायी हैं। रेडान के केवल गिने-चुने यौगिक ज्ञात हैं। परंतु यह रेडान की "कमी" नहीं बल्कि उसकी कठिनाई है। रेडान बहुत ही विरल है तथा इसके अलावा यह बहुत ज्यादा विघटनाभिक है। सैद्धांतिक रूप से अपने ग्रुप में यह गैस रासायनिक दृष्टि से सबसे ज्यादा सक्रिय होनी चाहिये, क्योंकि इसके परमाणु की त्रिज्या सबसे ज्यादा होती है, परंतु इसके साथ काम करना एक यंत्रणा से कम नहीं है। प्रयोगकर्ताओं के मुकाबले सिद्धांतवादियों के लिये आर्गान ज्यादा रुचिप्रद है। और सिद्धांतवादियों का भविष्य आशापूर्ण नहीं है। आर्गान के गिने-चुने यौगिक मिलने की संभावना है और वे बहुत अधिक अस्थायी होंगे।

पिछले कुछ सालों में शोधकर्ताओं से कुछ ऐसी खबरें सुनाई दी हैं कि हीलियम और निग्रान ने आखिर अपना "रासायनिक स्वभाव" प्रदर्शित कर ही दिया। किसी निष्कर्ष पर पहुँचने में जल्दी नहीं कीजिये : वैज्ञानिकों को इन तत्वों में से एक के भी यौगिक नहीं प्राप्त हुए थे। उन्होंने सिर्फ इतना कहा कि कुछ

विशिष्ट परम परिस्थितियों में हीलियम और निआन ने कुछ अन्य तत्वों, जैसे हाइड्रोजन के साथ अभिक्रिया की। इसके अलावा इन तत्वों में और कोई क्षमता नहीं थी। ये दोनों एक किस्म के "रासायनिक निर्वाण" का पालन करते हैं। इन तत्वों के परमाणुओं में एक महत्वपूर्ण विशेषता होती है जो इन्हें अन्य उत्कृष्ट गैसों से अलग करती है, अर्थात हीलियम और निआन के K व L कोश एक भी इलेक्ट्रान ग्रहण करने में असमर्थ होते हैं। वे पूरी तरह से भरे होते हैं। आर्गान के बाह्य कोशों में बहुत सारे रिक्त स्थान होते हैं जो उनकी रासायनिक सक्रियता के जिम्मेवार होते हैं। आइये, अब इस बात पर विचार करते हैं। क्या यह कदम ज्यादा तर्कसंगत नहीं होगा कि हीलियम और निआन को तो जीरो ग्रुप में ही रहने दें और बाकी उत्कृष्ट गैसों को आठवें ग्रुप में स्थानान्तरित कर दें। उनका रसायन वस्तुगत वास्तविकता है और इससे सामंजस्य भंग नहीं होगा बल्कि असली बात पता चलेगी। अतः इस अनुच्छेद का शीर्षक "जीरो या आठवां" की जगह "जीरो और आठवां" ज्यादा उत्तम रहेगा।

सर्वभक्षी

महान सोवियत वैज्ञानिक अलेक्सान्द्र फेर्समान ने इसका यह नाम रखा। दुनिया में इससे ज्यादा क्रूर तत्व ज्ञात नहीं है और प्रकृति ने भी ऐसा पदार्थ

उत्पन्न नहीं किया है जो रासायनिक रूप से इस कथा के नायक से ज्यादा सक्रिय हो। आपको यह तत्व प्राकृत अवस्था में कभी नहीं मिलेगा, अगर मिलेगा तो केवल यौगिकों के रूप में। इसी कारण यह तत्व काफी अर्से तक स्वतंत्र अवस्था में प्राप्त नहीं किया जा सका।

अंग्रेजी भाषा में फ्लुओरीन (fluorine) लातीनी शब्द "fluo" से लिया गया है जिसका अर्थ होता है– "प्रवाह"। परंतु रूसी भाषा में इसका नाम "फ्तोर" यूनानी शब्द से लिया गया है जिसका अर्थ "विनाशकारी" होता है। मेंडेलीफ की सारणी के सातवें ग्रुप के मुख्य उपग्रुप के प्रतिनिधि की यह दूसरी विशिष्टता है।

किसी ने कहा है: "मनुष्य के साथ घटी दुखद घटनाओं ने स्वतंत्र फ्लुओरीन तक पहुंचने का रास्ता दिखाया"। ये केवल शब्द मात्र ही नहीं हैं। नये साधारण पदार्थों की खोज के दौरान अनुसंधानकर्ताओं को सैंकड़ों परेशानियां झेलनी पड़ीं, कई बार निराशा का मुंह देखना पड़ा और अनोखी त्रुटियों की सजा भुगतनी पड़ी।

फ्लुओरीन तत्व को स्वतंत्र रूप में प्राप्त करने में लोगों को अपनी जान से हाथ धोना पड़ा।

स्वतंत्र फ्लुओरीन को प्राप्त करने के प्रयास में अपने जीवन की आहुति देने वाले लोगों की सूची बहुत लंबी है। आयरलैंड की विज्ञान अकादमी के सदस्य नोक्स, फ्रेंच रसायनज्ञ निक्लेसे, बेल्जियम के अनुसंधानकर्ता लायेटे–ये सारे व्यक्ति "सर्वभक्षी"

का शिकार बन गये। और भी बहुत सारे वैज्ञानिकों को गंभीर चोटें आयीं। प्रमुख फ्रेंच रसायनज्ञ गे-लूसाक तथा थेनार्ड और अंग्रेज रसायनज्ञ हम्फरी डेवी इन वैज्ञानिकों में थे। इस बात में कोई शक नहीं कि कुछ और भी शोधकर्ता रहे होंगे जिन्होंने फ्लुओरीन को इसके यौगिकों से स्वतंत्र करने का प्रयास किया होगा और फ्लुओरीन ने उनसे इसका बदला लिया होगा। फ्रेंच रसायनज्ञ हेनरी मोईसान प्रथम व्यक्ति थे जिन्होंने यह ज्ञात किया कि स्वतंत्र अवस्था में तत्व फ्लुओरीन क्या चीज है। यह बात छिपाने की जरूरत नहीं है कि कई वैज्ञानिक इस तत्व के साथ काम करने से डरते थे।

बीसवीं शताब्दी के वैज्ञानिकों को फ्लुओरीन के कोप को शांत करने के तरीके पता हैं, उन्होंने इससे मानवजाति की सेवा कराने के रास्ते ढूढ़ लिये हैं। अब इस तत्व का रसायन अकार्बनिक रसायन का एक स्वतंत्र क्षेत्र बन गया है।

बोतल का भयंकर जिन्न वश में कर लिया गया है और बहुसंख्यक योद्धाओं द्वारा स्वतंत्र फ्लुओरीन प्राप्त करने के प्रयासों की अच्छी कीमत वसूल कर ली गयी है।

आधुनिक रेफ्रिजरेटरों की कई किस्मों में फ्रेआन को शीतलक के रूप में इस्तेमाल किया जाता है। रसायनज्ञों ने इस पदार्थ को अधिक जटिल नाम दिया है – डाइफ्लुओरोडाइक्लोरोमिथेन। फ्लुओरीन इस यौगिक का एक अनिवार्य घटक है।

खुद विनाशकारी होते हुए भी फ्लुओरीन ऐसे यौगिक बना सकता है, जो वास्तव में एक भी चीज़ नष्ट नहीं कर सकते;। वे न तो जलेंगे और न ही सड़ेंगे और क्षारों व अम्लों में अविलेय हैं। स्वतंत्र फ्लुओरीन उन पर हमला नहीं करता और आर्कटिक की ठंड का उन पर कोई असर नहीं पड़ता। तापमान में अचानक तीव्र परिवर्तन लाने से भी उनका कुछ नहीं बिगड़ता। उनमें से कुछ द्रव हैं और दूसरे ठोस पदार्थ हैं। इन सबका एक आम नाम है–फ्लुओरोकार्बन, वे यौगिक, जिनकी खोज करने में प्रकृति खुद असमर्थ थी। वे मनुष्य द्वारा बनाये गये। कार्बन और फ्लुओरीन का संयोजन बहुत उपयोगी सिद्ध हुआ है। फ्लुओरोकार्बन मोटरों में शीतलक तरलों के रूप में तथा विशेष प्रकार के वस्त्रों के संसेचन में काम आते हैं। इन्हें दीर्घायु स्नेहकों व विद्युत-रोधियों के रूप में प्रयुक्त किया जाता है तथा इसके अलावा इन्हें रसायन उद्योग के विभिन्न किस्म के उपकरणों के निर्माण में भी इस्तेमाल किया जाता है।

जब वैज्ञानिक लोग नाभिकीय ऊर्जा को काम में लाने के रास्ते ढूंढ़ रहे थे, यूरेनियम समस्थानिकों –यूरेनियम-235 तथा यूरेनियम-238 को पृथक करना आवश्यक हो गया था। हम ऊपर बता ही चुके हैं कि अनुसंधानकर्ताओं ने एक रोचक यौगिक–यूरेनियम हैक्साफ्लुओराइड की सहायता से यह जटिल समस्या हल कर दी।

फ्लुओरीन वह चीज़ थी जिसकी सहायता से

रसायनज्ञ दशकों पुरानी यह धारणा गलत सिद्ध करने में सफल हुए कि निष्क्रिय गैसें रासायनिक "आलसनें" होती हैं। निष्क्रिय गैस जीनान का प्रथम यौगिक फ्लुओरीन के साथ बनाया गया।

फ्लुओरीन की कामकाजी ज़िंदगी का लेखा जोखा यह है।

हेनिग ब्रांड का "पारस पत्थर"

मध्ययुग में जर्मम शहर हम्बर्ग में हेनिग ब्रांड नामक एक व्यापारी रहता था। हम नहीं जानते कि व्यापार के धंधे में वह कितना चतुर था, परंतु यह बात विश्वास के साथ कह सकते हैं कि उसे रसायन का कुछ ज्ञान जरूर था। उसे यह काम काफी आसान लग रहा था: केवल विख्यात "पारस पत्थर" ढूंढ़ना था, जो कीमियागरों के विचारानुसार बटिया को भी स्वर्ण में बदल सकता था।

...साल बीतते गये। व्यापारी लोगों की बातचीत में ब्रांड का नाम बहुत कम सुनाई देने लगा और अगर कभी कोई उसका नाम लेता, तो पास बैठे लोगों के चेहरे पर उदासी छा जाती थी। इस बीच ब्रांड विभिन्न खनिजों को घोलने, मिलाने, छानने तथा निस्तापित करने में जुटा रहा। अम्लों, क्षारों तथा आग ने उसके हाथों की कभी ठीक न होने वाले जख्मों से भर दिया था।

एक सुनहरी शाम को भूतपूर्व व्यापारी की

किस्मत जागी। उसके भभके की तली में बर्फ जैसा सफेद एक पदार्थ जमा हो गया। यह बड़ी तेज़ी से जलता था तथा इसके जलने के दौरान श्वासावरोधी गहरा धुआं निकलता था। सबसे ज्यादा अजीब बात यह थी कि पदार्थ अंधेरे में चमकता था। इससे निकला शीतल प्रकाश इतना तीव्र था कि ब्रांड उसकी रोशनी में अपने प्राचीन कीमियागरी निबंध पढ़ सकता था (इन निबंधों ने उसके व्यापार-पत्रों तथा रसीदों की जगह ले ली थी)।

...इस प्रकार संयोगवश एक रासायनिक तत्व फास्फोरस की खोज हो गयी। इसका नाम यूनानी भाषा से लिया गया है, जिसमें इसका अर्थ होता है– "प्रकाश का वहन वाला" या "प्रकाशवाहक"।

फास्फोरस कई प्रदीप्त यौगिकों का मुख्य अवयव है। आपको बास्केरविले के प्रसिद्ध शिकारी कुत्ते का किस्सा याद होगा जिसे शेरलाक होल्म्स बहुत दिनों तक तलाश करते रहे। इस कुत्ते के मुंह पर फास्फोरस लेप दिया गया था। अगर सच कहें, तो इस बात पर विश्वास करना कठिन है।

आवर्त सारणी के किसी और प्रतिनिधि में यह अद्वितीय गुण विद्यमान नहीं है।

एक बार किसी वैज्ञानिक ने निम्न शब्द कहे: "फास्फोरस के बिना सोचने का काम नहीं हो सकता"। यह बात सत्य है क्योंकि प्रमस्तिष्कीय तंतुओं में कई मिश्रित फास्फोरस यौगिक उपस्थित होते हैं।

फास्फोरस के बिना जीवन असंभव है। इसके

बिना श्वसन क्रियायें असंभव होंगी तथा पेशियां ऊर्जा का संचयन नहीं कर सकेंगी। अंत में फास्फोरस सभी जैव प्राणियों का सर्वाधिक महत्वपूर्ण अवयव है। वास्तव में कैल्सियम फास्फेट अस्थि के तंतु का मुख्य घटक होता है।

यह देखते हुए कि फास्फोरस निर्जीव को सजीव बना देता है, क्या हम यह नहीं कह सकते कि यह तत्व "पारस पत्थर" जैसी बढ़िया चीज़ है?

और अंत में हम इस प्रश्न का उत्तर देना चाहेंगे कि फास्फोरस चमकता क्यों है।

सफेद फास्फोरस के ऊपर हमेशा फास्फोरस वाष्पों का बादल सा छाया रहता है। ये वाष्प उपचयित हो जाते हैं और बहुत बड़ी मात्रा में ऊर्जा उत्सर्जित करते हैं। यह ऊर्जा फास्फोरस परमाणुओं को उत्तेजित करती है जिसके कारण वे चमकने लगते हैं।

ताजगी की गंध या इस बात का उदाहरण कि किस प्रकार मात्रा गुण में परिवर्तित होती है।

बादल गरजे, वर्षा हुई। हवा में जो घुटन सी थी, वह अब नहीं रही। आपको सांस लेने में कोई दिक्कत महसूस नहीं हो रही। वायु शुद्ध हो गयी है और ताजगी से भर गयी है।

यह काव्यात्मक कल्पना मात्र नहीं है। बिजली की कड़क से वायुमंडल में ओजोन गैस बनती है जो वायु को शुद्ध करती है।

ओजोन आक्सीजन होती है। अंतर यह है कि आक्सीजन के अणु में दो परमाणु होते हैं जबकि ओजोन के अणु में तीन। O_2 और O_3 – एक परमाणु ज्यादा या एक परमाणु कम – क्या इतनी छोटी सी बात से दोनों में बहुत ज्यादा अंतर हो जाता है?

जी, हां। बहुत बड़ा अंतर पैदा हो जाता है: ओजोन और आक्सीजन बिल्कुल भिन्न पदार्थ हैं।

आक्सीजन के बिना जीवन असंभव है। दूसरी तरफ ओजोन उच्च सांद्रताओं में सभी जीवों को मार देती है। यह सबसे ज्यादा शक्तिशाली उपचायक है (फ्लुओरीन के बाद)। ओजोन कार्बनिक पदार्थों के साथ मिलते ही उन्हें तुरंत नष्ट कर देती है। स्वर्ण और प्लैटिनम के अलावा बाकी सारी धातुएं ओजोन के हमले का शिकार होते ही तुरंत अपने आक्साइडों में परिवर्तित हो जाती हैं।

इसके दो रूप हैं। एक तरह तो यह सारे जीवों की हत्यारा है और दूसरी तरफ यह पृथ्वी पर कई तरीकों से जीवन को प्रोत्साहन देती है।

यह विरोधाभास आसानी से समझा सकते हैं। सूर्य का विकिरण एक समान नहीं होता है। इसमें पराबैंगनी किरणें उपस्थित होती हैं। अगर ये सारी किरणें पृथ्वी की सतह तक पहुंच जायें, तो पृथ्वी पर जीवन असंभव हो जायेगा क्योंकि ये विशाल ऊर्जा का वाहक होती हैं जो जैव प्राणियों के लिये बहुत घातक है।

सौभाग्यवश सूर्य की पराबैंगनी किरणों का केवल

बहुत छोटा सा अंश पृथ्वी की सतह तक पहुंचता है। उनमें से अधिकांश 20-30 किलोमीटर ऊंचाई पर अपनी शक्ति खो बैठती हैं। इस स्तर पर, जहां वायु कंबल ने हमारे ग्रह को लपेट रखा है, उसके अंदर ओजोन बहुत बड़ी मात्रा में उपस्थित है। और यह पराबैंगनी किरणों को अवशोषित कर लेती है।

प्रसंगवश यहां हम यह बताना चाहेंगे कि पृथ्वी पर जीवन की उत्पति की आधुनिक धारणाएं बताती हैं कि प्रथम जीवों का आगमन वायुमंडल में ओजोन सतह के बनने के समय के साथ संबंधित है।

परंतु पृथ्वी पर भी लोगों को ओजोन की ज़रूरत है और वह भी बहुत बड़ी मात्रा में।

उन्हें और मुख्यतः रसायनज्ञों को हज़ारों टन ओजोन की बड़ी सख्त जरूरत है।

रसायन-उद्योग ने ओजोन की विस्मयकारक उपचयन शक्ति से लाभ उठाया है।

तेल-उद्योग में व्यस्त कर्मी भी इस गैस के आभारी हैं। कई तेल क्षेत्रों के पैट्रोलियम में सल्फर उपस्थित होता है। ऐसे पैट्रोलियम को कटु तेल कहते हैं। उपकरण को बड़ी तेज़ी से संक्षारित करने की क्षमता के कारण यह पैट्रोलियम बहुत परेशान करता है, उदाहरणतया, यह बिजली-स्टेशनों पर बायलर स्टोकरों को गला देता है। ओजोन की सहायता से ऐसे तेलों से सल्फर अलग किया जा सकता है और इस सल्फर के प्रयोग से सल्फ्यूरिक अम्ल का उत्पादन दुगुना या तिगुना बढ़ाया जा सकता है।

हम क्लोरीनित जल पीते हैं। यह अहानिकर है, परंतु इसका स्वाद झरने के जल से घटिया होता है। ओजोन के साथ अभिक्रियित जल रोगजनक जीवाणुओं से पूर्णतया मुक्त होता है तथा इसका स्वाद अप्रिय नहीं होता है।

ओजोन मोटरों के पुराने टायरों को नया बना सकती है और कपड़ों, सेलुलोस तथा धागों को विरंजित कर सकती है। इसी कारण वैज्ञानिक तथा इंजीनियर उच्च क्षमता वाले औद्योगिक ओजोनित्रों के निर्माण की योजना पर कार्य कर रहे हैं।

तो ओजोन यह चीज है। दर्शनशास्त्र ने मात्रा के गुण में परिवर्तित होने का द्वंदात्मक सिद्धांत बहुत पहले प्रतिपादित कर दिया था। रसायन का सर्वाधिक सुस्पष्ट उदाहरण आक्सीजन और ओजोन की जोड़ी है।

इतना सरल और इतना अद्वितीय

पिछले विश्व युद्ध से पहले सोवियत संघ के सिनेमाघरों में एक कमेडी चल रही थी। इस फिल्म के एक दृश्य में पानी की सप्लाई करने वाला अपने घोड़ों के चाबुक मार रहा था और साथ-साथ एक गाना गा रहा था :

"पानी हर जगह चाहिये
इसके बिना कोई काम नहीं हो सकता ..."

यह गाना बहुत लोकप्रिय हुआ और अब यह एक कहावत बन गया है।

परंतु इस साधारण गाने में एक गंभीर ग्राशय छिपा हुग्रा है।

जल वास्तव में जीवन में पदार्थ नंबर 1 है। ग्राक्सीजन का परमाणु धन हाइड्रोजन के दो परमाणु। संभवत: यह पहला रासायनिक सूत्र होगा जिससे ग्रापका परिचय हुग्रा होगा। ग्रब जरा यह कल्पना कीजिये कि ग्रगर जल ग्रचानक ग्रदृश्य हो जाये, तो हमारे ग्रह का हाल क्या होगा।

...समुद्रों ग्रौर महासागरों के गर्तों की मनहूस, ऊंघ रही गुहिकाएं, इन गर्तों में किसी जमाने में जल में घुले लवण की मोटी-मोटी तहें...। सूखी नदियां, झरने, जो फिर कभी नहीं बहेंगे। राख में परिवर्तित चट्टानें: जल उनका मुख्य ग्रवयव था।

मृत ग्रह पर न झाड़ी न फूल, एक भी जीवित प्राणी नहीं मिलेगा। ग्रौर इसके ऊपर भयंकर ग्रजीब से रंग का बिनबादल वाला ग्राकाश।

जल कितना साधारण यौगिक है, परंतु जहां यह नहीं है, वहां जीवन ग्रसंभव है– वहां कैसा भी जीवन नहीं हो सकता – विवेकपूर्ण या विवेकहीन।

ऐसा क्यों है? पहली वजह यह है कि जल विश्व में सर्वाधिक ग्रद्वितीय रासायनिक यौगिक है।

जब सेल्सियस ने ग्रपने थर्मामीटर का ग्राविष्कार किया, उन्होंने ग्रपने उपकरण को दो मानों या स्थिरांकों पर ग्राधारित रखा: जल के क्वथनांक तथा हिमांक पर। ग्रन्होंने प्रथम का मान 100° लिया ग्रौर दूसरे का शून्य। इसके बाद उन्होंने इनके बीच के

मध्यान्तरों को 100 भागों में विभाजित कर दिया। इस प्रकार तापमानों को मापने के उपकरण का जन्म हुआ।

परंतु सेल्सियस तब क्या सोचते, अगर उन्हें यह पता होता कि सिद्धांत के अनुसार जल न तो शून्य डिग्री पर जमता है और न ही 100 डिग्री पर उबलता है।

आज वैज्ञानिकों ने यह सिद्ध कर दिया है कि इस मामले में जल बहुत धोखेबाज है। यह पृथ्वी पर सर्वाधिक अनियमित यौगिक है।

वैज्ञानिकों का दावा है कि जल को 180° कम ताप पर उबल जाना चाहिये अर्थात् –80° डिग्री पर। कुछ भी कहें, आवर्त प्रणाली की नियमितता के अनुसार जल इस ऐन्टार्कटिक ताप पर उबल जाना चाहिये।

आवर्त प्रणाली में किसी भी उपग्रुप के तत्वों के गुण नियमानुसार परिवर्तित होते हैं–हलके तत्वों से भारी तत्वों की ओर बढ़ते हुए। उदाहरण के लिये, क्वथनांक ही ले लीजिये। यौगिकों के गुण किसी पुराने तरीके से नहीं बदलते हैं बल्कि तत्वों, जिनसे अणु बने हैं, की मेंडेलीफ सारणी में स्थिति पर निर्भर करते हैं। एक ही ग्रुप के हाइड्रोजन यौगिकों, तत्वों के हाइड्राइडों पर भी यह बात लागू होती है।

जल को आक्सीजन हाइड्राइड कह सकते हैं। आक्सीजन छठे ग्रुप का सदस्य है, जिसमें सल्फर, सिलीनियम, टैल्यूरियम और पोलोनियम भी शामिल हैं। इन सभी तत्वों के हाइड्राइडों का आण्विक पैटर्न जल अणु जैसा है: H_2S, H_2Se, H_2Te व H_2Po।

इन यौगिकों के क्वथनांक नियमिततापूर्वक परिवर्तित होते हैं – सल्फर से इसके भारी बंधुओं की ओर। और अचानक हम देखते हैं कि जल का क्वथनांक इस श्रेणी से बाहर निकल जाता है, क्योंकि यह अपने प्रत्याशित मान से बहुत उच्च है। जल आवर्त सारणी पर लागू नियमों को मान्यता देने से इंकार कर देता है और वाष्प अवस्था में अपना परिवर्तन 180 डिग्री आगे बढ़ा देता है। यह जल की प्रथम अद्वितीय अनियमितता है।

इसकी दूसरी अनियमितता इसके हिमांक के साथ संबंधित है। आवर्त प्रणाली के नियम यह कहते हैं कि जल – 100 डिग्री पर जमना चाहिये। जल इस नियम का उलंघन करता है और जीरो डिग्री पर बर्फ में बदल जाता है।

जल की इस जिद से यह निष्कर्ष निकलता है कि पृथ्वी पर इसकी ठोस तथा द्रव अवस्थाएं अनियमित हैं।

नियम यह कहते हैं कि पृथ्वी पर जल केवल वाष्प के रूप में होना चाहिये। अब जरा ऐसी दुनिया की कल्पना कीजिये, जहां जल के गुण आवर्त प्रणाली की नियमितताओं का बड़ी सख्ती के साथ पालन करते हैं। यह निराली तस्वीर कथाकारों के लिये मजेदार उपन्यासों और कहानियों की रचना का आधार बन जायेगी। परंतु हम लोगों के लिये और वैज्ञानिकों के लिये यह इस बात का एक और प्रमाण है कि आवर्त सारणी पहली दृष्टि में जितनी सरल दिखायी देती है, वास्तविकता में वह इससे कहीं ज्यादा जटिल है।

इसके निवासियों के आचरण एक बात में जीवित लोगों से बहुत मिलते जुलते हैं और वह यह है कि उन्हें निश्चित सीमाओं के अंदर बंद नहीं किया जा सकता। जल बहुत हठधर्मी है।

परंतु क्यों?

क्योंकि जल के अणुओं का एक विशेष क्रम है और इसी कारण वे एक दूसरे को आकर्षित करने की क्षमता रखते हैं। अगर हम जल से भरे गिलास में अकेले अणुओं को तलाश करना चाहें तो हमारा प्रयास विफल रहेगा। अणु ग्रुप बनाते हैं जिन्हें वैज्ञानिक संगुणन या असोसिएशन कहते हैं। जल का सूत्र H_2O की जगह $(H_2O)n$ लिखना ज्यादा बेहतर रहेगा; यहां n असोसिएशन में अणुओं की संख्या प्रदर्शित करता है। जल के अणुओं के बीच बने इन संगुणक अनुबंधों को तोड़ना बहुत कठिन होता है। यही कारण है कि जल प्रत्याक्षित तापमान से काफी उच्च तापमान पर जम और उबल जाता है।

"छोटी नदी में अभी बर्फ अच्छी तरह से नहीं जमी है..."

सन् 1913 में एक गंभीर दुर्घटना ने सारी दुनिया को शोकग्रस्त कर दिया। विशाल समुद्री जहाज "टिटानिक" हिमशैल से टकराने के बाद समुद्र के गर्भ में समा गया। विशेषज्ञों ने इस भयंकर दुर्घटना के कई कारण बताये। कहा गया कि धुंध के कारण जहाज

के कप्तान को समुद्र में तैरता विशाल पहाड़ ठीक समय पर दिखायी नहीं दिया; जहाज हिमशैल से टकरा गया और नष्ट हो गया।

अगर हम इस दुखद घटना को एक रसायनज्ञ की दृष्टि से देखते हैं, तो हम एक बिल्कुल अप्रत्याशित निष्कर्ष पर पहुंचते हैं: "टिटानिक" जल की एक अन्य अनियमितता का शिकार बना।

बर्फ के भयंकर पहाड़ – हिमशैल – जल की सतह पर कार्क की तरह तैरते रहते हैं हालांकि इन पहाड़ों का वजन कई हजार टन होता है।

यह इसलिये संभव होता है क्योंकि बर्फ जल से हलकी होती है।

किसी धातु को पिघलाने की कोशिश कीजिये और फिर गलन में ठोस धातु का एक टुकड़ा फेंकिये; वह तुरंत डूब जायेगा। ठोस अवस्था में किसी भी पदार्थ का घनत्व द्रव अवस्था की तुलना में उच्च होता है। बर्फ और जल इस नियम के विस्मयकारी अपवाद हैं। अगर यह अपवाद न होता, तो मध्य अक्षांशों के सारे जल स्रोत तल तक जम जाते और उनमें बसे सारे जीव मर जाते।

प्रसिद्ध रूसी कवि नेक्रासोव की कविता याद कीजिये:

"बर्फ अभी अच्छी तरह से नहीं जमी है, छोटी नदी में ऐसा लगता है जैसे पिघली चीनी बिखरी पड़ी हो हमारे सामने।"

पाला पड़ते ही बर्फ सख्त हो जाती है। जाड़े

में नदी पर एक सड़क बनायी जा सकती है। परंतु बर्फ की मोटी सतह के नीचे जल पहले की तरह बहता रहता है। नदी तल तक कभी नहीं जमती।

जल की ठोस अवस्था – बर्फ – एक विशिष्ट पदार्थ है। बर्फ की कई किस्में होती हैं। एक किस्म वह है जो प्रकृति में मिलती है और जो जीरो डिग्री (सेल्सियस के पैमाने के अनुसार) पर पिघल जाती है। उच्च दाबों के प्रयोग से वैज्ञानिकों ने प्रयोगशाला में बर्फ की छ: और किस्में प्राप्त की हैं। इनमें से सर्वाधिक विलक्षण किस्म (बर्फ VII) 21.700 ऐटमौस्फियर से भी ज्यादा दाब पर प्राप्त की गयी और इसे सुर्ख-तप्त बर्फ कहते हैं। यह शून्य से 192°C अधिक ताप पर पिघलती है जब दाब 3200 ऐटमौस्फियर होता है।

ऐसा लगेगा जैसेकि बर्फ के पिघलने के दृश्य से ज्यादा परिचित और कोई चीज़ नहीं हो सकती। परंतु इस प्रक्रिया के दौरान कितनी अद्‌भुत घटनाएं घटती हैं!

कोई भी ठोस पदार्थ पिघलने के बाद फैलना शुरू हो जाता है। परंतु बर्फ के पिघलने के बाद जो जल बनता है, उस पर यह बात लागू नहीं होती। यह संकुचित होने लगता है और बाद में केवल तभी फैलना शुरू होता है जब तापमान लगातार बढ़ता जाता है। इस बार भी जल की इस अनियमितता का कारण जल के अणुओं को एक-दूसरे को आकर्षित करने की क्षमता है। शून्य से चार डिग्री ऊपर ताप पर यह

क्षमता विशेष रूप से स्पष्ट होती है, अतः इस तापमान पर जल का घनत्व उच्चतम होता है। यही कारण है कि ठंडे से ठंडे मौसम में भी हमारी नदियां, झरने और झीलें तल तक नहीं जमती हैं। वसन्त के आगमन से हर कोई खुश होता है, शरद के सुनहरे दिनों में हमने खूब आनंद लिया है। आनन्दमय वसंत में बर्फ का पिघलना और जंगलों का किरमिजी ठाठ-बाठ...।

एक बार फिर जल के अनियमित गुणों का परिणाम !

बर्फ को पिघलाने के लिये काफी ऊर्जा की आवश्यकता होती है, किसी भी पदार्थ की उतनी मात्रा को पिघलाने के लिये आवश्यक ऊर्जा से कई गुना ज्यादा मात्रा।

जब जल जमता है तब यह ऊष्मा उत्सर्जित होती है। बर्फ इस ऊष्मा को वापस देते हुए पृथ्वी और वायु को गर्म कर देती है जिसके फलस्वरूप कड़ी शीत का आगमन शिथिल हो जाता है और शरद ऋतु कई सप्ताहों तक चलती रहती है। इसके विपरीत बसंत के समय बर्फ का पिघलना उमसदार मौसम को कुछ अर्से तक रोके रखता है।

पृथ्वी पर कितने प्रकार के जल हैं?

वैज्ञानिकों ने प्रकृति में हाइड्रोजन के तीन समस्थानिक ढूंढ़े हैं और उनमें से हर कोई आक्सीजन के साथ संयोजित हो सकता है। अतः यह कहा जा

सकता है कि जल की तीन किस्में होती हैं: प्रोटियम, ड्यूटीरियम और ट्राइटियम जल : H_2O, D_2O तथा T_2O।

ऐसे "मिश्रित" जल भी हो सकते हैं जिनके अणुओं में प्रोटियम का एक परमाणु और ड्यूटीरियम का एक परमाणु या ड्यूटीरियम का एक परमाणु और ट्राइटियम का एक परमाणु उपस्थित हो। यह बात जलों की सूची बढ़ा देती है : HDO, HTO और DTO।

लेकिन जल में उपस्थित आक्सीजन भी प्रकृति में मिलने वाले तीन समस्थानिकों का मिश्रण होता है : आक्सीजन – 16, आक्सीजन – 17 और आक्सीजन – 18। इनमें पहला आक्सीजन सर्वाधिक विस्तृत है।

आक्सीजन की इन किस्मों को ध्यान में रखते हुए सूची में 12 संभव जल और जोड़े जा सकते हैं। जब आप किसी झील या नदी से एक प्याला जल लेते हैं, तो आप शायद कभी संदेह नहीं करते कि आपके कप में 18 विभिन्न किस्मों का जल भरा है।

इस प्रकार जल, चाहे कहीं से भी क्यों न लिया गया हो, विभिन्न अणुओं का मिश्रण होता है। इनमें से सबसे हलका अणु $H_2{}^{16}O$ तथा सबसे भारी अणु $T_2{}^{18}O$ है। अब रसायनज्ञ इन अठारह किस्मों के जल शुद्ध रूप में प्राप्त कर सकते हैं।

हाइड्रोजन समस्थानिकों के गुण एक दूसरे से बहुत ज्यादा भिन्न होते हैं। और जल की विभिन्न किस्मों के बारे में क्या कहा जा सकता है? इनमें भी कुछ अंतर होते हैं। उदाहरण के लिये, इनके घनत्व, हिमांक तथा क्वथनांक भिन्न होते हैं।

प्रकृति में विभिन्न जलों की आपेक्षिक मात्रा हमेशा तथा हर जगह अलग-अलग होती है। उदाहरण के लिये, नल के पानी में ड्यूटीरियम जल D_2O की मात्रा 150gm प्रति टन होती है। परंतु प्रशान्त महासागर के जल में इसकी मात्रा काफी ज्यादा है: लगभग 165gm। काकेशस हिम-खंड की 1 टन हिम में भारी जल की मात्रा नदी के एक घन मीटर जल की तुलना में 7 ग्राम अधिक है। संक्षेप में यह कहा जा सकता है कि जल की समस्थानिक संरचना हर जगह अलग-अलग होती है। इसका कारण यह है कि प्रकृति में समस्थानिकों के विनिमय की विशाल प्रक्रिया निरन्तर घटती रहती है। विभिन्न हाइड्रोजन तथा आक्सीजन समस्थानिक अलग-अलग परिस्थितियों में एक-दूसरे का स्थान लेते रहते हैं।

क्या और कोई ऐसा प्राकृतिक यौगिक है जिसकी इतनी सारी किस्में हैं? जी, नहीं।

निस्संदेह हमारा वास्ता मुख्यत: प्रोटियम जल के साथ पड़ता है। परंतु हम जल की अन्य किस्मों की उपेक्षा नहीं कर सकते। इनमें से कुछ व्यावहारिक कार्यों में विस्तृत रूप से प्रयुक्त की जाती हैं, विशेषकर भारी जल D_2O। यह जल नाभिकीय रिऐक्टरों में यूरेनियम को विखंडित करने वाले न्यूट्रानों के विमंदन में प्रयुक्त किया जाता है। इसके अलावा वैज्ञानिक लोग समस्थानिक रसायन के क्षेत्र में अनुसंधान के लिये जल की विभिन्न किस्मों का इस्तेमाल करते हैं।

अठारह किस्में – इससे ज्यादा नहीं? वास्तव

में जल की किस्मों की संख्या बहुत ज्यादा हो सकती है। प्राकृतिक समस्थानिकों के अलावा आक्सीजन के संश्लिष्ट विघटनाभिक समस्थानिक भी होते हैं: आक्सीजन-14, आक्सीजन-15, आक्सीजन-19 और आक्सीजन–20। और हाइड्रोजन के समस्थानिकों की संख्या भी बढ़ गयी है: अब हम ^4H और ^5H को भी गिन सकते हैं।

अब अगर हम हाइड्रोजन और आक्सीजन के समस्थानिकों का भी हिसाब रखें तो संभव जलों की संख्या 100 तक पहुंच जायेगी। आप खुद भी तो इनकी ठीक-ठीक गिनती कर सकते हैं...

"अमृत", प्राणदायक, सर्वव्यापी जल

विभिन्न जातियों के लोगों की बहुसंख्यक लोककथायें अमृत की दंतकथा पर आधारित हैं। अमृत – इसने जख्म ठीक किये, मृतक के शरीर में जान डाली, डरपोक को साहसी बनाया और बहादुर की शक्ति सौगुना बढ़ायी।

यह मात्र संयोग की बात नहीं है कि मनुष्य ने जल को इतना चमत्कारी माना है। यह तथ्य कि हम पृथ्वी पर जीवित हैं, हम हरे-भरे जंगलों और फूलों से, लहलाते खेतों से घिरे हैं, हम नाव में बैठकर नदी की सैर कर सकते हैं या गर्मियों में बारिश के वक्त डबरे में भाग सकते हैं और सर्दियों में स्केटिंग या स्की का आनंद उठा सकते हैं – यह सब कुछ जल

की ही तो देन है। अगर हम इस बात को और भी ठीक तरह से कहना चाहें, तो हम यह कहेंगे कि इन सबका कारण है: जल के अणुओं को एक-दूसरे को आकर्षित करने तथा संयोजन करने की क्षमता। हमारे ग्रह पर जीवन की उत्पत्ति और विकास की यह एक शर्त है।

पृथ्वी का इतिहास सबसे पहले जल का इतिहास है। यह लगातार बदलता रहा है और आज भी हमारे ग्रह का रूप बदल रहा है।

जल दुनिया में सबसे महान रसायनज्ञ है। इसके बिना एक भी प्राकृतिक प्रक्रिया नहीं घट सकती – चाहे एक नयी पहाड़ी चट्टान या नये खनिज के बनने की प्रक्रिया हो या किसी बनस्पति या जीव के अंदर घट रही अति जटिल जैवरासायनिक अभिक्रिया हो।

रसायनज्ञ लोग प्रयोगशालाओं में जल के बिना शायद ही कुछ कर पाते। पदार्थों के गुणों के अध्ययन में, उनके रूपांतरों और नये यौगिकों के उत्पादन में जल के बिना सफलता मिलने की संभावना विरल है। जल सर्वाधिक उत्तम विलायकों में गिना जाता है। कई पदार्थों को अभिक्रियाओं में भाग लेने के लिये तैयार करने के लिये सबसे पहले उन्हें घोल में परिवर्तित कर देना चाहिये।

जब कोई पदार्थ घुलता है, तो उसके साथ क्या घटना घटती है? उसकी सतह पर अणुओं और परमाणुओं के बीच जो बल काम कर रहे होते हैं, जल में उनकी शक्ति सैकड़ों गुना क्षीण हो जाती

है, जिसके परिणामस्वरूप अणु और परमाणु सतह से पृथक होकर जल में प्रवेश कर जाते हैं। चाय से भरे गिलास में चीनी का क्यूब डालने पर वह अलग-अलग अणुओं में विभाजित हो जाता है। अपनी विशेष संरचना के कारण जल के अणु में घुल रहे पदार्थ के परमाणुओं और अणुओं को आकर्षित करने की अद्‌भुत क्षमता होती है। अन्य विलायक इस गुण में जल का मुकाबला नहीं कर सकते।

पृथ्वी पर एक भी ऐसी चट्टान नहीं है जो जल की विनाशकारी शक्ति का सामना करने की क्षमता रखती हो। ग्रेनाइट भी अगर तुरंत नहीं तो धीरे-धीरे इसके सामने हथियार डाल देते हैं। जल घुले पदार्थों को समुद्रों और महासागरों तक पहुँचा देता है। ये चीज़ें ही तो इन विशाल जलाशयों के जल को नमकीन बना देती हैं। करोडों साल पहले इन सबका जल ऐसा नहीं था, वह पीनेयोग्य था...

हिमलंब के रहस्य

छोटे बच्चों को हिमलंबों के साथ खेलने में बड़ा मजा आता है। वे कितने सुंदर होते हैं, उनमें कितनी जगमगाहट होती है। परंतु आपको पता चलने से पहले ही बच्चा हिमलंब मुंह में डाल लेता है। क्या यह वास्तव में इतना स्वादिष्ट होता है? जरा बच्चे से इसे मांग कर देखिये और तब आपको सच्चाई पता चलेगी।

क्या बच्चा यह काम किसी सनक में करता है? जी, नहीं,

चूजों के साथ निम्न प्रयोग किया गया। एक ग्रुप के चूजों को साधारण जल दिया गया और दूसरे ग्रुप को पिघली बर्फ का जल दिया गया, जिसमें बर्फ के टुकड़े तैर रहे थे।

प्रयोग बहुत साधारण था। परंतु इसके परिणाम आश्चर्यजनक थे। जिन चूजों को साधारण जल दिया गया, वे उसे बड़ी शांति से बिना किसी झगड़े के पी रहे थे। परंतु पिघली बर्फ के जल की चिलचमी लड़ाई के मैदान में परिवर्तित हो गयी थी। चूजे इस पानी को इतने चाव के साथ पी रहे थे जैसेकि उन्होंने पहले कभी इतनी स्वादिष्ट चीज को देखा ही नहीं हो।

डेढ़ महीने बाद उक्त चूजों का वजन किया गया। जिन चूजों को पिघली बर्फ का पानी पिलाया गया था, उनका वजन साधारण जल को पीने वाले चूजों के मुकाबले काफी ज्यादा था।

संक्षेप में यह कह सकते हैं कि बर्फ के जल में कुछ अद्वितीय गुण विद्यमान होते हैं। यह जल जीवित प्राणियों के लिये बहुत लाभदायक होता है। ऐसा क्यों है?

आरंभ में इसका कारण पिघले जल में ड्यूटीरियम की अधिक मात्रा समझा गया। निम्न सांन्द्रताओं वाला भारी जल जीवित प्राणियों के विकास में सहायक सिद्ध होता है। परंतु यह बात केवल कुछ अंश तक सही थी...।

अब यह विश्वास किया जाता है कि इसका वास्तविक कारण कुछ और ही है, यह पिघलने की प्रक्रिया में छिपा है।

बर्फ क्रिस्टलीय आकार की होती है। परंतु जल भी एक प्रकार का द्रव क्रिस्टल होता है। इसके अणु पूर्णतया अव्यवस्थित नहीं होते बल्कि एक सुनिश्चित जालीदार ढांचा बनाते हैं। यह बात ज़रूर है कि अंतिम की संरचना बर्फ से भिन्न होती है।

जब बर्फ पिघलती है तो इसकी संरचना काफी लंबे अर्से तक वैसी की वैसी ही बनी रहती है। बाहर से देखने पर पिघला जल एक द्रव लगता है, परंतु इसके अंदर स्थित अणु "बर्फ अवस्था" में बने रहते हैं। इसी कारण साधारण जल की तुलना में पिघले जल की रासायनिक सक्रियता उच्च होती है। यह स्वेच्छा से बहुसंख्यक जीवरासायनिक प्रक्रियाओं में भाग लेता है। जीव द्वारा लेने पर यह साधारण जल के मुकाबले अधिक सरलता से विभिन्न पदार्थों के साथ मिल जाता है।

वैज्ञानिकों का विश्वास है कि जीव के अंदर जल की संरचना बर्फ की संरचना के साथ बहुत मिलती-जुलती है। जब कोई जीव साधारण जल का सेवन करता है, तो उसकी संरचना को फिर से व्यवस्थित करना होता है। पिघले जल की संरचना पहले से ही "ठीक" होती है, अत: जीव को इसके अणुओं की पुनः व्यवस्था में अतिरिक्त ऊर्जा व्यय नहीं करनी पड़ती।

स्पष्ट है कि पिघला जल जीवन के लिये बहुत अधिक महत्व रखता है।

भाषा-विज्ञान की कुछ बातें या दो इतने विभिन्न ग्रुप

शब्दों के बिना कोई बात नहीं कही जा सकती और अक्षरों के बिना शब्द नहीं बनाये जा सकते। किसी भी भाषा का अध्ययन हम उसकी वर्णमाला से शुरू करते हैं। हर वर्णमाला में दो प्रकार के अक्षर होते हैं–स्वर और व्यंजन। इनके बिना मनुष्य की बोली अर्थहीन है... आपने शायद वह विज्ञान-कथा पढ़ी होगी, जिसमें एक अज्ञात ग्रह के निवासी एक दूसरे के साथ केवल व्यंजनों की ध्वनियों द्वारा बातचीत करते हैं। परंतु यह विज्ञान-कथा की बात है, उसमें कुछ भी लिखा जा सकता है।

प्रकृति हमारे साथ रासायनिक यौगिकों की भाषा में बातचीत करती है। और इनमें से प्रत्येक यौगिक पृथ्वी पर विद्यमान रासायनिक "शब्दों" या तत्वों का संयोजन है। ऐसे "शब्दों" की संख्या 30 लाख से ज्यादा है। परंतु रासायनिक "वर्णमाला" में केवल 100 से कुछ ज्यादा "अक्षर" हैं।

इस "वर्णमाला" में भी "स्वर" और "व्यंजन" हैं। सदियों से रासायनिक तत्व दो ग्रुपों में बांटे जा रहे हैं: अधातु और धातु।

धातुओं की तुलना में अधातुओं की संख्या बहुत कम है–चार गुना कम। मनुष्य की भाषा की तरह,

जिसमें व्यंजनों के मुकाबले स्वरों की संख्या बहुत कम है।

मनुष्य की भाषा में केवल स्वरों का संयोजन विरले ही स्पष्ट होता है। यह अक्सर निरर्थक चीख की आवाज़ जैसा होता है।

रसायन की भाषा में केवल "स्वरों" (अधातुओं) का संयोजन एक आम बात है। पृथ्वी पर जो सारा जीवन चल रहा है, उसका श्रेय अधातुओं के एक दूसरे के साथ बने यौगिकों को है।

वैज्ञानिक चार मुख्य अधातुओं – कार्बन, नाइट्रोजन, आक्सीजन और हाइड्रोजन – को ऐसे ही कार्बन नहीं कहते हैं। इस शब्द का अर्थ है – वे पदार्थ, जो जैव जीवन को जन्म देते हैं। अगर हम फास्फोरस और सल्फर को भी इस सूची में लिख दें तो ये छ: "ईंटें" उन सारे पदार्थों की सूची बना देंगी, जिन्हें प्रकृति प्रोटीनों और कार्बोहाइड्रेटों, वसाओं और विटामिनों – संक्षेप में सभी महत्वपूर्ण रासायनिक यौगिकों के निर्माण में इस्तेमाल करती है।

दो अधातुओं – आक्सीजन और सिलिकन (रासायनिक" वर्णमाला" के दो "स्वर") के संयोजन से एक पदार्थ SiO_2 बनता है जिसे रसायन की भाषा में सिलिकन डाइआक्साइड कहते हैं। यह पदार्थ पृथ्वी की मूल नींव है, यह एक किस्म का सीमेंट है जो सारी चट्टानों और खनिजों को गिरने से रोके रखता है।

रासायनिक "वर्णमाला" के "स्वरों" की सूची

पूरी करने में ज्यादा वक्त नहीं लगेगा। इसके लिये हमें केवल हैलोजेनों, जीरो ग्रुप की उत्कृष्ट गैसों (हीलियम और इसके साथियों) और तीन कम प्रसिद्ध तत्वों – बोरान, सिलिनियम और टैल्यूरियम के नाम जोड़ने पड़ेंगे।

परंतु यह कहना गलत होगा कि पृथ्वी पर विद्यमान सारे जीवित प्राणी केवल अधातुओं के बने हैं।

वैज्ञानिकों ने मानव के शरीर के अंदर 70 से अधिक विभिन्न रासायनिक तत्व पाये हैं: सभी अधातुएं और बहुत सारी धातुएं – लौहे से लेकर विघटनाभिक तत्वों तक, जिनमें यूरेनियम भी शामिल है।

भाषा-विज्ञानी काफी अर्से से इस प्रश्न का उत्तर ढूंढ़ रहे हैं कि मनुष्य की भाषा में स्वरों के मुकाबले व्यंजनों की संख्या क्यों अधिक है।

रसायनज्ञ इस बात का कारण जानने का प्रयास कर रहे हैं कि आवर्त सारणी में दो इतने विभिन्न ग्रुप – अधातुएं और धातुएं – क्यों हैं। इनमें से प्रत्येक ग्रुप में वे तत्व शामिल किये गये हैं जो एक दूसरे से बहुत ज्यादा भिन्न हैं। फिर भी उनमें कुछ समानता जरूर है।

"दो इतने विभिन्न ग्रुप" क्यों?

किसी मजाकिये आदमी ने एक बार यह कहा कि इंसान जानवर से दो मुख्य गुणों में भिन्न होता

है–पहला यह कि उसे मजाक करने की समझ होती है और दूसरा यह कि उसे ऐतिहासिक तजुर्बे से लाभ उठाना आता है। इंसान अपनी असफलता पर हंसने की क्षमता रखता है और दोबारा वह कदम नहीं उठाता, जो एक बार गलत साबित हो चुका हो। इंसान में एक और गुण बताया जा सकता है: वह "क्यों" कहने की क्षमता रखता है और इसका उत्तर देने का प्रयास करता है।

चलिये, अब हम इस छोटे से शब्द "क्यों" का प्रयोग करते हैं।

उदाहरणतया, अधातुएं बड़ी बिल्डिंग की मंज़िलों और विभागों में एक समान रूप से न रखकर निश्चित भागों में क्यों सजाई गयी हैं? धातुएं–धातु हैं और अधातुएं–अधातु हैं, परंतु इनमें अंतर क्या है? यह काफी अच्छा सवाल है।

जब दो तत्व (कोई से दो) अभिक्रिया करते हैं तो उनके परमाणुओं के बाह्य इलेक्ट्रान-कोश फिर से व्यवस्थित होते हैं। एक तत्व के परमाणु इलेक्ट्रान छोड़ते हैं और दूसरे के परमाणु इन्हें अपनाते हैं।

धातुओं और अधातुओं के बीच अंतर इस सर्वाधिक महत्वपूर्ण रासायनिक नियम में छिपा है।

अधातुएं दो विपरीत क्रियाओं की क्षमता रखती हैं। सामान्यत: वे इलेक्ट्रान का ग्रहण करती हैं, परंतु वे उनको देने की क्षमता भी रखती हैं। उनका आचरण काफी नमनशील होता है और परिस्थितियों के अनुसार वे अपने रूप को बदल सकती हैं। अगर इलेक्ट्रानों

को स्वीकार करने में ज्यादा लाभ दिखायी देता है, तो अधातुएं ऋणात्मक आयनों का रूप ले लेती हैं। और अगर विपरीत स्थिति हो, तो वे धनात्मक आयन बना देती हैं। केवल फ्लुओरीन और आक्सीजन ऐसी अधातुएं हैं जो ऐसा कोई समझौता नहीं करतीं: वे केवल इलेक्ट्रान स्वीकार करना जानती हैं, देना नहीं।

धातुएं अपनी आदतों के मामले में काफी कम व्यवहारकुशल होती हैं, वे अधिक स्थायी स्वंभाव की होती हैं। उनका हमेशा एक उद्देश्य रहता है—"इलेक्ट्रानों को देना है और उन्हें कभी किसी हालत में स्वीकार नहीं करना है"। वे धनात्मक आवेशित आयन बनाती हैं। अतिरिक्त इलेक्ट्रानों के ग्रहण में वे तनिक सी भी रुचि नहीं रखती हैं। धात्विक तत्व इस नियम का बड़ी सख्ती के साथ पालन करते हैं।

धातुओं और अधातुओं के बीच यही मुख्य अंतर है।

अतिसतर्क रसायनज्ञों ने इस कठोर नियम में भी अपवाद ढूंढ़ लिये हैं। धातुओं के बीच में भी परस्पर विरोधी पात्र उपस्थित हैं। केवल दो धातुएं ऐसी निकलीं, जिन्होंने अधात्विक विशिष्टताएं प्रदर्शित कीं। ऐस्टैटीन और रीनियम (मेंडेलीफ की आवर्त सारणी के 85 वें और 75 वें खाने के निवासी) ऋणात्मक एकसंयोजी आयन बनाते हैं। यह तथ्य धातुओं के परिवार के लिये एक काले धब्बे के समान है...।

आइये, अब यह देखते हैं कि सामान्यतः कौनसे परमाणु इलेक्ट्रान देते हैं और कौनसे सरलता से ग्रहण करते हैं? जिन परमाणुओं के बाह्य कोश में केवल कुछ इलेक्ट्रान होते हैं, उनके लिये इलेक्ट्रानों का दान अति सरल रहता है और जिनके बाह्य कोश में इलेक्ट्रानों की संख्या ज्यादा होती है, वे और इलेक्ट्रानों को स्वीकार करने में बेहतरी समझते हैं जिससे कि उनके पास शीघ्र से शीघ्र आठ इलेक्ट्रान जमा हो जायें। क्षारीय धातुओं के बाह्य कोशों में केवल एक इलेक्ट्रान होता है। इन्हें इससे बिछड़ने का जरा भी गम नहीं होता। उनके ऐसा करते ही उनके बाह्य कोश पर निकटतम निष्क्रिय गैस का स्थायी इलेक्ट्रान कोश घर बना लेता है। इसी कारण क्षारीय धातुएं सभी ज्ञात धातुओं में सबसे अधिक सक्रिय होती हैं। इनमें सबसे ज्यादा सक्रिय फ्रैंसियम (खाना न० 87) है। ग्रुप में तत्व जितना अधिक भारी होता है, उसके परमाणु का आकार उतना ही ज्यादा बड़ा होता है और अकेला बाह्य इलेक्ट्रान उतनी ही ज्यादा कमजोरी से नाभिक पकड़े रहता है।

धातुओं के राज्य में सबसे ज्यादा क्रुद्ध स्वभाव फ्लुओरीन का है। इसके "बाह्य क्षेत्र" में सात इलेक्ट्रान होते हैं। आदर्श बनने के लिये केवल एक इलेक्ट्रान की कमी रहती है। और यह बड़े लालच के साथ आवर्त सारणी के किसी भी तत्व से एक इलेक्ट्रान छीन लेती है; फ्लुओरीन के हमले के सामने कोई टिक नहीं पाता।

अन्य अधातुएं भी इलेक्ट्रान स्वीकार करती हैं, कुछ ज्यादा आसानी से और कुछ कम आसानी से। और अब हम समझ सकते हैं कि इन्हें मुख्यतः सारणी के ऊपरी सीधे कोने में क्यों सजाया गया है: इनके बाह्य कोशों में बहुत सारे इलेक्ट्रान उपस्थित हैं और यह केवल उन परमाणुओं में संभव है जो आवर्तों के सिरों के पास स्थित हैं।

दो और "क्यों?"

पृथ्वी पर धातुओं की संख्या इतनी अधिक और अधातुओं की संख्या इतनी कम क्यों है? क्या कारण है कि अधातुओं के मुकाबले धातुएं एक-दूसरे के साथ ज्यादा मिलती-जुलती होती हैं? वास्तव में सल्फर और फास्फोरस या आयोडीन और कार्बन की पहचान करने में गलतफहमी नहीं होनी चाहिये। परंतु एक विशेषज्ञ भी हमेशा नियोबियम और टैन्टैलम, पोटेशियम और सोडियम या मालिब्डेनम और टंग्स्टन को तुरंत नहीं पहचान सकता।

पदों को आगे-पीछे करने से उनका योग नहीं बदल जाता। यह अंकगणित का शायद सबसे "सख्त" नियम है। परंतु रसायन में, जो परमाणुओं के इलेक्ट्रान कोशों के साथ संबंधित हैं, यह नियम हमेशा लागू नहीं होता।

जब तक हमारा वास्ता आवर्त सारणी के दूसरे और तीसरे आवर्त के तत्वों के साथ पड़ता है, तब तक कोई परेशानी नहीं होती।

इन आवर्तों के प्रत्येक तत्व में नया इलेक्ट्रान परमाणु के बाह्य कोश में चला जाता है। एक इलेक्ट्रान मिलता है और नये तत्व के गुण अपने पूर्वाधिकारी से बिल्कुल भिन्न मिलते हैं। सिलिकन एलुमिनियम के साथ समानता नहीं रखता, सल्फर फास्फोरस जैसा नहीं होता। धात्विक गुण शीघ्र ही अधात्विक गुणों को स्थान दे देते हैं क्योंकि परमाणु के बाह्य कोश में जितने ज्यादा इलेक्ट्रान होते हैं, वह उतनी ही कम खुशी से उनसे जुदा होता है।

लेकिन अब हम चौथे आवर्त को देखते हैं। पोटेशियम और कैल्सियम प्रथम श्रेणी की धातुएं हैं। हम आशा करते हैं कि उनके बाद अधातुओं की बारी आयेगी।

जल्दी मत कीजिये। हमें निराश होना पड़ा है क्योंकि स्कैन्डियम से शुरू होकर हर अगला इलेक्ट्रान बाह्य कोश की जगह अंतिम से पहले कोश को प्राथमिकता देता है। "पदों की अदला-बदली..."। परंतु इस अदला-बदली से "योग" – तत्वों के गुणों का योग बदल जाता है।

बाह्य कोश के मुकाबले अंतिम से पहला कोश ज्यादा रूढ़िवादी होता है और वह तत्वों के रासायनिक गुणों को काफी कम प्रभावित करता है। इसी कारण तत्वों के बीच अंतर कम सुनिश्चित होता है।

स्कैन्डियम को याद आता है कि उसका तीसरा इलेक्ट्रान कोश अधुरा है। इसमें 18 इलेक्ट्रान होने चाहियें, लेकिन अभी तक हैं केवल 10 ही। पोटेशियम

श्रौर कैल्सियम इस बात को "भूल गये" होंगे श्रौर उन्होंने नये इलेक्ट्रानों को श्रपने चौथे कोश में स्थान दे दिया। स्कैन्डियम में न्याय पुनः स्थापित कर दिया जाता है।

श्रंतिम से पहला कोश धीरे-धीरे दस तत्वों की श्रेणी में पूरा होता जाता है। बाह्य कोश श्रपरिवर्तित रहता है, इसमें केवल दो इलेक्ट्रान होते हैं। परमाणु के बाह्य कोश में इलेक्ट्रानों की संख्या इतनी कम होना धातुश्रों की विशिष्टता है। यही वजह है कि स्कैन्डियम – जिंक "स्पैन" में केवल धातुएं ही मिलती हैं। यौगिक बनाते के श्रन्तराल वे श्रपने बाह्य कोश में इलेक्ट्रानों को स्थान क्यों दें, श्रगर उनके पास केवल दो इलेक्ट्रान हैं? उनके लिये यह श्रासान रहेगा कि वे जिन तत्वों के साथ श्रभिक्रिया कर रहे हों, उन्हें ये दो इलेक्ट्रान दे दें। इसके श्रलावा उन्हें श्रपने श्रंतिम से पहले श्रधूरे कोश से श्रतिरिक्त इलेक्ट्रान कोश मांगने में कोई एतराज नहीं होता। इसके परिणामस्वरूप वे विभिन्न धनात्मक संयोजकताएं प्रदर्शित करते हैं। उदाहरणतया, मैंगनीज धनात्मक डाइ-, ट्राइ-, टैट्रा-, हैक्सा- श्रौर हैप्टा संयोजक हो सकता है।

श्रावर्त सारणी के श्रगले श्रावर्तों में भी हमें यह बात दिखाई देती है।

यही वजह है कि धातुश्रों की संख्या इतनी ज्यादा है श्रौर श्रधातुश्रों के मुकाबले वे एक-दूसरे के साथ ज्यादा मिलती-जुलती हैं।

क्या आपने कभी ऐसी बिल्डिंग देखी है जिसके सारे कक्ष या खंड एक जैसे डिजाइन के हों और उसमें केवल एक कक्ष ऐसा हो जो अन्य से पूर्णतया भिन्न हो, जैसेकि किसी और वास्तुकार ने उसका निर्माण किया हो?

"बड़ी बिल्डिंग" बिल्कुल एक ऐसी विचित्र इमारत है। मेंडेलीफ ने इसके एक कक्ष को एक अनोखे ढंग से सजाया है। यह बताना जरूरी है कि उन्हें ऐसा करना पड़ा था।

हमारा अभिप्राय आवर्त सारणी के आठवें ग्रुप से है। इस ग्रुप में तत्वों को तीन-तीन के क्रम से सजाया गया है। इसके अलावा वे सारे हर मंजिल पर नहीं बल्कि सारणी के केवल लंबे आवर्तों में रखे गये हैं। इनमें से एक में लोहा, कोबाल्ट और निकेल हैं तथा अन्य दो में प्लैटिनम धातुएं हैं।

मेंडेलीफ ने इन तत्वों के लिये और अधिक उचित स्थान ढूंढ़ने के काफी प्रयास किये। परंतु अंत में उन्हें आवर्त सारणी में आठवां ग्रुप जोड़ना ही पड़ा।

आठवां ग्रुप ही क्यों? क्योंकि इससे पहले वाले ग्रुप का नंबर सातवां था – हैलोजेन ग्रुप।

परंतु यह बात ग्रुप की संख्या को पूर्णतया औपचारिक बना देती है।

आठवें ग्रुप में $+8$ संयोजकता एक नियम की जगह एक अपवाद है। रूथीनियम और आस्मियम इस

बात की पुष्टि करने का प्रयास करते हैं हालांकि उन्हें यह काम बहुत कठिन लगता है : उनके ग्राक्साइड RuO_3 तथा OsO_4 ग्रस्थायी होते हैं।

वैज्ञानिकों के भरसक प्रयासों के बावजूद और कोई ऐसी धातु नहीं है जो इतनी ज्यादा "सफल" हुई हो।

ग्राइये, हम इस पहेली को बुझाने की कोशिश करते हैं।

ग्रापने ध्यान दिया होगा कि प्लैटिनम धातुएं बड़ी ग्रनिच्छा के साथ रासायनिक ग्रभिक्रियाग्रों में भाग लेती हैं। इसी वजह से रसायनज्ञ लोग ग्रपने प्रयोगों के लिये प्रायः प्लैटिनम के पात्र इस्तेमाल करते हैं। प्लैटिनम ग्रौर इसके साथी धातुग्रों के बीच "उत्कृष्ट गैसें" जैसे होते हैं। इसी कारण सदियों से इन धातुग्रों को "उत्कृष्ट" की उपाधि दी जा रही है। इस तथ्य पर भी ध्यान दीजिये कि ये धातुएं प्रकृति में ग्रक्सर प्राकृत, स्वतंत्र (ग्रसंयोजित) ग्रवस्था में मिलती हैं।

ग्रब उदाहरण के लिये, लोहे को लीजिये। साधारण लोहा रासायनिक रूप से एक मध्यम सक्रिय तत्व की तरह व्यवहार करता है। जबकि शुद्ध लोहा बहुत स्थायी होता है।

प्रसंगवश यहां एक बात पर विचार करना जरूरी है। क्या यह संभव नहीं है कि धातुग्रों के ग्रलावा ग्रौर भी बहुत तत्व ग्रति शुद्ध ग्रवस्था में रासायनिक प्रभावों के प्रतिरोध की उत्तम क्षमता रखते हों?

प्लैटिनम धातुओं के परमाणुओं में अंतिम से पहला इलेक्ट्रान कोश उनकी "उत्कृष्टता" का जिम्मेदार होता है न कि उनका बाह्य कोश।

इस कोश में केवल कुछ इलेक्ट्रानों की कमी होती है जिनके पूरा होते ही 18 इलेक्ट्रानों* का सेट बन जाता है, जो काफी स्थायी प्रकृति का होता है। इसी कारण प्लैटिनम धातुएं इस कोश से इलेक्ट्रान देने में ज्यादा रुचि नहीं दिखातीं। और न ही वे इलेक्ट्रान स्वीकार कर सकती हैं क्योंकि आखिर वे धातुएं ही तो हैं।

प्लैटिनम धातुओं की इस "अनिश्चयता" के कारण ही उनका व्यवहार इतना विशिष्ट होता है।

चौदह जुड़वे भाई

इन्हें लैन्थेनाइड कखते हैं। इनका यह नाम इसलिये रखा गया है क्योंकि ये सारे – चौदह के चौदह – लैन्थेनम से तथा एक दूसरे से भी बहुत मिलते हैं। इस आश्चर्यजनक रासायनिक समानता के कारण ये सारे एक ही खाने में रखे गये हैं – लैन्थेनम के खाने में, जिसका क्रमांक 57 है।

क्या यह बहुत बड़ी गलतफहमी नहीं है? मेंडेलीफ और कई अन्य वैज्ञानिकों का विचार था कि आवर्त

---

*पैलेडियम तत्व के अंतिम से पहले कोश (N) में अठारह इलेक्ट्रान होते हैं तथा बाह्य कोश (O) में एक भी इलेक्ट्रान नहीं होता।

सारणी में हर तत्व की अपनी अलग जगह होनी चाहिये।

परंतु यहां 14 निवासियों को एक ही खाने में डाल दिया गया है, जो तीसरे ग्रुप और छठे आवर्त के तत्व हैं।

क्या इन्हें दूसरे ग्रुपों में जगह नहीं दी जा सकती?

कई रसायनज्ञों ने ऐसे प्रयास किये। मेंडेलीफ भी इनमें शामिल थे। उन्होंने सीरियम को चौथे ग्रुप में, प्रौजियोडिमियन को पांचवें ग्रुप में और नियोडियम को छठे ग्रुप में रखा। परंतु इस वर्गीकरण ने सारे तर्कों को चुनौती दे दी। मेंडेलीफ की सारणी के मुख्य तथा द्वितीय उपग्रुपों में भी इनसे मिलते-जुलते तत्व हैं। परंतु सीरियम जिर्कोनियम के साथ बहुत थोड़ी समानता रखता था, प्रौजियोडिमियन और नियोडियम, नियोबियम और मालिब्डेनम से बहुत भिन्न थे। अन्य दुर्लभ मृदा तत्वों (लैन्थेनम और लैन्थेनाइडों को इस नाम से पुकारा जाता है) को भी संगत ग्रुपों में रिश्तेदार नहीं मिले। इसके विपरीत वे एक दूसरे के साथ इतना मिलते-जुलते थे जैसे कि जुड़वें भाई मिलते हैं। विशेषतया तब जब वे तीन की संयोजकता दिखा रहे थे।

रसायनज्ञों से जब यह पूछा गया कि लैन्थेनाइडों को सारणी के कौनसे खानों में रखा जाये तो वे कोई जवाब नहीं दे पाये। वे कहते भी क्या, जब उन्हें खुद ही लैन्थेनाइडों की विस्मयकारी समानता का कारण नहीं पता था।

लेकिन इस प्रश्न का उत्तर बहुत सरल पाया गया।

आवर्त सारणी में तत्वों के ऐसे विचित्र ग्रुप हैं जिनके परमाणुओं की संरचना कुछ विशिष्ट प्रकार की है। इन परमाणुओं में मिलाया गया इलेक्ट्रान न तो इनके बाह्य कोश में घर बनाता है और न ही अंतिम से पहले कोश में; वह भौतिकीय नियमों का पालन करता हुआ अंतिम से तीसरे कोश में घुस जाता है।

यहां इलेक्ट्रानों को बड़ा अच्छा लगता है और वे किसी भी कीमत पर इस जगह को छोड़ने को तैयार नहीं होते। वे अति विरल स्थितियों में रासायनिक अभिक्रियाओं में भाग लेते हैं।

यह कोई संयोग की बात नहीं कि लैन्थेनाइडों की संख्या ठीक चौदह है, न कम और न ज्यादा। इसका कारण यह है कि उनके अंतिम से तीसरे कोश में, जिसे भरा गया है, ठीक चौदह रिक्त स्थान हैं।

इसी वजह से रसायनज्ञ लैन्थेनाइडों को लैन्थेनम के साथ एक ही खाने में रख सके हैं।

धातुओं की दुनिया और इसके विरोधाभास

आवर्त सारणी में 80 से ज्यादा तत्व धातु हैं। कुल मिलाकर अधातुओं की तुलना में वे एक दूसरे के साथ ज्यादा मिलते-जुलते हैं। पर फिर भी धातुओं के राज्य में अचंभों का कोई अंत नहीं है।

उदाहरण के लिये, विभिन्न धातुओं का रंग कौनसा है?

धातुकर्मी सभी धातुओं को दो वर्गों में बांटते हैं: लौह और अलौह। लोहा और इसके ऐलाय लौह धातुओं में आते हैं। उत्कृष्ट के अलावा बाकी सारी धातुएं अलौह धातुएं हैं। उत्कृष्ट से हमारा अभिप्राय "महामहिमों"—रजत, स्वर्ण, प्लैटिनम और इसके साथियों से है। यह वर्गीकरण काफी अपरिष्कृत है। धातुएं खुद भी इस भेदभाव का सख्त विरोध करती हैं।

हर धातु का अपना विशिष्ट रंग होता है। इसके गहरे, हलके या रजत आधार का अपना एक निश्चित वर्ण होता है। वैज्ञानिकों ने धातुओं की अति शुद्ध अवस्था का अध्ययन करके इस बात को स्वीकार कर लिया है। इनमें से बहुत सारी धातुएं ऐसी हैं, जिन्हें हवा में रखने पर उनके ऊपर तुरंत या कुछ समय बाद आक्साइड की एक पतली परत जम जाती है जो उनके असली रंग को छिपा देती है। परंतु शुद्ध धातुओं के रंगों का परिसर अति विस्तृत होता है। सतर्क आंखें नीले, हरे-नीले, हरे, गुलाबी या पीले रंग की धातुओं में फर्क बता सकती हैं। वे मेधाच्छन्न शरत के दिन, जो रंग समुद्री जल का होता है, उसी तरह के रंग की गहरे-भूरे रंग की धातु या चांदी की तरह चमकदार धातु जो सूर्य की किरणों को एक दर्पण की तरह परीवर्तित करती है, में अंतर बता सकती हैं।

धातु का रंग कई बातों पर निर्भर करता है। अन्य बातों के अलावा यह उसके उत्पादन की विधि पर भी निर्भर करता है। सिल्ली के रूप में प्राप्त की

गयी धातु का रंग सिन्टरन द्वारा प्राप्त धातु के रंग से भिन्न होता है।

अगर हम धातुओं की तुलना भार के हिसाब से करें तो हम उन्हें तीन ग्रुपों में बांट सकते हैं–हलकी, मध्यम और भारी धातुएं।

भारों की इन श्रेणियों में रिकार्ड तोड़ने वाले भी हैं।

लीथियम, सोडियम और पोटेशियम ऐसी धातुएं हैं जो जल में नहीं डूबती हैं क्योंकि वे जल से हलकी होती हैं। उदाहरणतया, लीथियम का घनत्व जल के घनत्व का लगभग आधा होता है। अगर लीथियम इतना सक्रिय तत्व न होता, यह विभिन्न कार्यों में बहुत उपयोगी सिद्ध होता। आप ऐसे जहाज या मोटर की कल्पना कीजिये, जो पूर्णतया लीथियम से बनी हो। दुर्भाग्यवश रसायन ने इस आकर्षक विचार पर प्रतिबंध लगा दिया है।

आस्मियम सबसे भारी धातु होती है–भारी धातुओं के बीच चैंपियन है। इस उत्कृष्ट धातु के एक घन सेंटीमीटर का वजन 22.6 ग्राम होता है। अगर तराज़ू के एक पलड़े पर आस्मियम का एक क्यूब रखा है तो संतुलन रखने के लिये दूसरे पलड़े पर कापर के तीन क्यूब, लेड के दो या इट्रियम के चार क्यूब रखने पड़ेंगे। आस्मियम के निकटतम पड़ोसियों–प्लैटिनम और इरीडियम का प्रदर्शन भी लगभग इतनी ही उच्च कोटि का होता है। उत्कृष्ट धातुएं सबसे भारी धातुएं भी होती हैं।

धातुओं की सख्ती लोकोक्तियों का आधार बन गयी है। सख्त चीज की तुलना हम हमेशा लोहे के साथ करते हैं और यह कहते हैं कि वह लोहे जितनी सख्त है। परंतु धातुओं की दुनिया में स्थिति कुछ और ही है।

यहां लोहे को सख्ती का आदर्श नहीं माना जाता। सख्ती का चैंपियन क्रोमियम है जो हीरक से थोड़ा सा अवर होता है। यह बात कितनी भी विरोधाभासी क्यों न लगे, पर यह सत्य है कि सर्वाधिक सख्त तत्व धातुओं के बीच हैं ही नहीं। सख्ती के पैमाने की चोटी पर हीरक (कार्बन का एक रूप) और क्रिस्टलीय बोरान हैं। लोहे को तो एक नर्म धातु कहना ज्यादा उपयुक्त रहेगा; यह क्रोमियम से आधा सख्त होता है। और जहां तक हमारी जानी-पहचानी हलकी धातुओं की बात है, यहां हमारा अभिप्राय क्षारीय धातुओं से है तो वे मोम की तरह नर्म होती हैं।

द्रव धातुएं और एक गैसीय (?) धातु

सभी धातुएं ठोस होती हैं—सख्त या नर्म। यह एक आम नियम है। परंतु इसमें कुछ अपवाद भी हैं।

कुछ धातुएं द्रवों जैसी होती हैं। गैलियम या सीजियम का दाना आपकी हथेली पर ही पिघल जाता है क्योंकि इन धातुओं का गलनांक 30°C(86°F) से भी कम होता है। फ्रेंसियम, जो शुद्ध धातु के रूप में कभी प्राप्त नहीं होगा, सामान्य ताप पर ही पिघल

जाता है। मर्करी द्रव धातु की श्रेष्ठ मिसाल है, जिसे हर कोई जानता है। यह —39°C(—38.2°F) पर जम जाता है, जिसके कारण यह विभिन्न प्रकार के थर्मामीटरों के लिये उपयुक्त रहता है।

गैलियम मर्करी का महत्वपूर्ण प्रतिद्वंदी है और इसका कारण निम्न है। मर्करी अपेक्षाकृत निम्न तापमान 300°C(572°F) पर उबलने लगता है। इस वजह से मर्करी थर्मामीटर उच्च तापमानों के मापने के काम नहीं आ सकते। परंतु गैलियम 2000°C(3670°F) पर वाष्प में परिवर्तित होता है। कोई और दूसरी धातु इतनी देर तक द्रव अवस्था में नहीं रह सकती अर्थात् उसके गलनांक और क्वथनांक के बीच इतना अंतर नहीं हो सकता। इस गुण के कारण गैलियम उच्च तापमान थर्मामीटरों के निर्माण के लिये अत्यधिक उपयुक्त रहता है।

इसके अलावा एक और बात है जो बहुत अधिक महत्व रखती है। वैज्ञानिकों ने सैद्धांतिक रूप से यह सिद्ध कर दिया है कि अगर मर्करी (एक तत्व जिसका परमाणु क्रमांक बहुत ज्यादा है और जो बड़ी बिल्डिंग की काल्पनिक सातवीं मंजिल – आठवें आवर्त का निवासी है) का कोई भारी तुल्यरूप है तो साधारण अवस्थाओं में इसका प्राकृत रूप गैस होगा। एक गैस जिसमें धातु के रासायनिक गुण उपस्थित हैं। क्या वैज्ञानिकों के पास अध्ययन के लिये इतना अद्वितीय तत्व होगा? लेड का तार माचिस की तीली की ज्वाला में पिघलाया जा सकता है। अगर टिन की पन्नी को आग में फेंका जाये, तो वह तुरंत द्रव टिन में परिवर्तित हो जाती

है। परंतु टंग्स्टन, टैन्टेलम या रीनियम को द्रव रूप में लाने के लिये तापमान 3000°C(5500°F) से भी ज्यादा रखना पड़ेगा। अन्य धातुओं की तुलना में ये धातुएं काफी कठिनाई से पिघलती हैं। इसी वजह से बिजली के बल्बों के तंतु टंग्स्टन और रीनियम से बनाये जाते हैं। कुछ धातुओं के क्वथनांक वास्तव में बहुत ही उच्च होते हैं। उदाहरण के लिये, हैफ्नियम 5400°C (लगभग 9800°F) पर उबलना शुरू होता है। सूरज की सतह का तापमान लगभग इतना ही जाता है।

असाधारण यौगिक

मनुष्य ने सोच-समझ कर जिस प्रथम रासायनिक यौगिक को प्राप्त किया, वह कौनसा था?

विज्ञान का इतिहास इस प्रश्न का कोई निश्चित उत्तर नहीं दे सकता।

आइये, हम कल्पना करके खुद ही इस प्रश्न का जवाब ढूंढ़ते हैं। पहला पदार्थ, जिसे मनुष्य ने प्राप्त किया और जिसके बारे में उसे पहले से ही पता था कि वह क्या चीज बनाने जा रहा है, दो धातुओं – कापर और टिन का यौगिक था। यहां हमने जान बूझकर शब्द "रासायनिक" इस्तेमाल नहीं किया है क्योंकि कापर और टिन का यौगिक (इसे आम तौर पर कांसा कहते हैं) एक असाधारण चीज होता है। इसे ऐलाय के नाम से पुकारते हैं।

प्राचीन काल के लोगों ने पहले अयस्कों से धातु प्रगलिन करना सीखा और उसके बाद उन्हें एक दूसरे के साथ मिलाना सीखा।

इस प्रकार सभ्यता के भोर में भावी रसायन की एक शाखा के बीज बो दिये गये जिसे आज धातु रसायन कहते हैं। धातुओं और अधातुओं के यौगिकों की संरचना आम तौर पर उनमें उपस्थित तत्वों की संयोजकता पर निर्भर करती है। उदहरणतया, साधारण नमक के अणु में धनात्मक आवेशित सोडियम और ऋणात्मक एक-संयोजी क्लोरीन उपस्थित हैं। अमोनिया NH_3 अणु में ऋणात्मक त्रिसंयोजक नाइट्रोजन तीन धनात्मक एक संयोजी हाइड्रोजन परमाणु के साथ संबंधित है। धातुओं को एक-दूसरे के साथ मिलाने से बने रासानिक यौगिक (इन्हें अंतः धात्विक यौगिक कहते हैं) अक्सर संयोजकता के नियमों का पालन नहीं करते हैं और उनकी संरचना का अभिक्रिया में भाग ले रहे तत्वों की संयोजकता के साथ कोई संबंध नहीं होता। इसी वजह से अंतः धात्विक यौगिकों के सूत्र काफी अजीब से लगते हैं, जैसे, $MgZn_5$, KCd_7, $NaZn_{12}$ आदि। धातुओं का एक ही जोड़ा अक्सर कई अंतः धात्विक यौगिक बना सकता है; उदाहरण के लिये, सोडियम और टिन नौ विभिन्न प्रकार के यौगिक बनाते हैं।

सामान्यतः धातुएं एक दूसरे के साथ गलित अवस्था में अभिक्रिया करती हैं। परंतु प्रगलित धातुएं एक दूसरे के साथ मिलकर हमेशा रासायनिक

यौगिक नहीं बनाती। कभी-कभी एक धातु दूसरी धातु में केवल घुल जाती है। इसके परिणामस्वरूप एक अनिश्चित संरचना का सजातीय मिश्रण प्राप्त होता है जिसे किसी विशेष रासायनिक सूत्र द्वारा व्यक्त नहीं किया जा सकता। ऐसे मिश्रण को ठोस विलयन कहते हैं।

ऐलायों की संख्या बहुत ज्यादा है। किसी ने भी आज तक यह गिनने की कोशिश नहीं की है कि कुल कितने ऐलाय ज्ञात हैं, कितने और प्राप्त किये जा सकते हैं।

कुछ ऐलाय ऐसे हैं जिनमें कम से कम एक दर्जन धातुएं उपस्थित हैं और हर नयी धातु उनके गुणों पर विशेष प्रभाव डालती है। बहुत सारे ऐलाय ऐसे हैं जो केवल दो धातुओं से बने हैं, उन्हें द्विधात्विक कहते हैं, परंतु उनके गुण उनके घटकों के अनुपात पर निर्भर करते हैं। कुछ धातुएं बड़ी आसानी से, किसी भी मात्रा में पिघल जाती हैं। कांसा और पीतल (कापर और जिंक का एक ऐलाय) ऐसी धातुएं हैं। दूसरी धातुएं, जैसे कापर और टंग्स्टन किसी भी अवस्था में पिघलने को तैयार नहीं होतीं। परंतु वैज्ञानिकों ने फिर भी उन धातुओं से एक ऐलाय बनाने में सफलता प्राप्त कर ली है, हालांकि इसके लिये उन्हें एक असाधारण तरीका अपनाना पड़ा है—पाउडर धात्विकी अर्थात् दाब पर कापर और टंग्स्टन पाउडरों का सिंटरन करके। अंतरिक्षयानों पर भारहीन अवस्था में असाधारण ऐलाय प्राप्त करने के लिये विभिन्न प्रयोग किये गये हैं।

कुछ ऐलाय साधारण ताप पर द्रव होते हैं, दूसरे ऐलाय उच्च तापमानों को सहने की उत्तम क्षमता रखते हैं। अंतिम बहुत बड़ी मात्राओं में अंतरिक्ष इंजीनियरी में प्रयुक्त किये जाते हैं। अंत में कुछ ऐलाय ऐसे भी हैं, जिनका सर्वाधिक शक्तिशाली रासायनिक एजेंट भी कुछ बिगाड़ नहीं पाते। ये ऐलाय मजबूती में केवल हीरक से कुछ अवर होते हैं।

रसायन में प्रथम "इलेक्ट्रानिक कम्प्यूटर"

इलेक्ट्रानिक कम्प्यूटर बहुत सारे काम कर सकते हैं। वे शतरंज खेल सकते हैं, मौसम की भविष्यवाणी कर सकते हैं, यह बता सकते हैं कि दूरवर्ती नक्षत्रों की गहराइयों में क्या हो रहा है, असंभव कठिनाइयों से हल होने वाली गणनाएं पूरी कर सकते हैं। मनुष्य को केवल इस बात की जानकारी होनी चाहिये कि कम्प्यूटरों में प्रोग्राम कैसे भरा जाता है। बड़े-बड़े स्वचलित प्लांट ऐसी मशीनों द्वारा नियंत्रित किये जाते हैं। इनकी सहायता से अनुसंधाताओं को उन असंख्य रासायनिक प्रक्रमों की जानकारी हो जाती है जो अभी घटने होते हैं।

परंतु रसायनज्ञों के पास एक असाधारण "इलेक्ट्रानिक कम्प्यूटर" है। यह 100 से ज्यादा साल पहले खोजा गया, जब दुनिया की भाषाओं में

शब्द "इलेक्ट्रानिक कम्प्यूटर" का प्रचलन भी नहीं हुआ था।

यह असाधारण मशीन तत्वों की आवर्त सारणी है।

इसकी सहायता से वैज्ञानिक वे काम कर पाते हैं जिनसे पहले साहसी से साहसी अनुसंधाता घबराता था। आवर्त सारणी ने उन अज्ञात तत्वों के अस्तित्व की भविष्यवाणी संभव कर दी, जिन्हें प्रयोगशाला तक में भी नहीं खोजा गया था। उनके अस्तित्व की भविष्यवाणी ही नहीं, उनके गुणों तक का वर्णन कर दिया। यह बता सकती थी कि वे तत्व धातु होंगे या अधातु, लेड की तरह भारी होंगे या सोडियम की तरह हलके होंगे और अज्ञात तत्व किन पार्थिव अयस्कों और खनिजों में ढूंढे जाने चाहियें। इन सब प्रश्नों के उत्तर मेंडेलीफ द्वारा आविष्कृत "इलेक्ट्रानिक कम्प्यूटर" ने दिये।

1875 में एक फ्रेंच वैज्ञानिक बोइस बाउडरान ने अपने साथियों को एक महत्वपूर्ण सूचना दी। उन्हें एक जिंक अयस्क में एक नये तत्व का मिश्रण ढूंढ़ने में सफलता मिल गयी थी। उन्हें एक छोटा सा दाना प्राप्त हुआ था जिसका वजन एक ग्राम से ज्यादा नहीं था। अनुभवी अनुसंधाता होने के कारण उन्होंने गैलियम ("नवजात" धातु का यह नाम था) के गुणों का विस्तारपूर्वक अध्ययन किया और इस विषय पर एक लेख लिखा।

कुछ दिनों बाद डाकिये ने बोइस बाउडरान को

एक चिट्ठी दी जिस पर सेंटपीटर्सबर्ग की मोहर लगी थी। संक्षिप्त पत्र के लेखक ने फ्रेंच रसायनज्ञ को यह लिखा था कि वह उनके सारे परिणामों के साथ सहमत है, परंतु एक बात मानने को तैयार नहीं है: गैलियम का सापेक्षिक घनत्व 4.7 न होकर 5.9 होना चाहिये। पत्र पर मेंडेलीफ के हस्ताक्षर थे।

पत्र पढ़ते ही बोइस बाउडरान चिंता में डूब गये। क्या रूसी वैज्ञानिक ने उनसे पहले नया तत्व खोज दिया है?

जी नहीं, मेंडेलीफ को गैलियम नहीं मिला था। उन्होंने तो केवल आवर्त सारणी का कुशलता के साथ इस्तेमाल किया था। मेंडेलीफ को बहुत पहले यह बात पता चल गयी थी कि आज नहीं तो कल एक अज्ञात तत्व आवर्त सारणी में वह जगह ले लेगा, जिसे अभी तक गैलियम घेरे हुए था। उन्होंने इसका नाम एकाएलुमिनियम रखा और आवर्त सारणी में इसके पड़ोसियों के गुणों की जानकारी के आधार पर इसके गुणों की बड़ी शुद्धता के साथ भविष्यवाणी की।

इस प्रकार हम देखते हैं कि मेंडेलीफ ने रसायन में प्रथम "प्रोग्रामक" की भूमिका निभायी। उन्होंने लगभग एक दर्जन अज्ञात तत्वों की भविष्यवाणी की और उनके गुणों का कुछ अंश तक पूर्णतया वर्णन किया।

आज स्कूल की हर पाठ्यपुस्तक में यह बात बतायी जाती है कि किस प्रकार मेंडेलीफ के "एका-

बोरान" और "एकासिलिकन" के गुण स्कैन्डियम और जर्मेनियम के गुणों के साथ पूर्णतया मिल गये। पहले तत्व की खोज स्वीडिश वैज्ञानिक नील्सन ने 1879 में की थी और दूसरे को जर्मन वैज्ञानिक विन्कलर ने 1866 में खोजा था। इन खोजों ने सारे विश्व को मेंडेलीफ की आवर्त सारणी को मान्यता देने पर मजबूर कर दिया था।

अन्य तत्व, जिनके अस्तित्व और गुणों की भविष्यवाणी मेंडेलीफ द्वारा की गयी, केवल बीसवीं शताब्दी में खोजे गये। टेक्नीशियम, तत्व नंबर 43 (मेंडेलीफ का "एकामैंगनीज") सन् 1937 में कृत्रिम रूप से संश्लिष्ट किया गया, नंबर 85 – ऐस्टैटीन ("एकाआयोडीन") और नंबर 87 फ्रेंसियम ("एकासीजियम") केवल पांचवें दशक में संश्लिष्ट किये गये। 19 वीं शताब्दी के अंत में विघटनाभिक तत्व पोलोनियम ("द्विटैल्यूरियम") – नंबर 84, रेडियम ("एकाबोरियम") – नंबर 88 और बाद में प्रोटैक्टिनियम ("एकाटैन्टेलम") – नंबर 91 खोजे गये।

मेंडेलीफ ने कई बार इस बात पर जोर दिया कि आवर्त सारणी ने नये रासायनिक तत्वों की खोज में संयोग की संभावना समाप्त कर दी। परंतु सारणी का कोई दुर्बोध भौतिकीय आधार नहीं है। "असाधारण कम्प्यूटर" कई बार फेल हो गया। हाइड्रोजन से हलके और यूरेनियम से भारी तत्व अभी भी वाद-विवाद का बिषय बने रहे। दुर्लभ मृदा तत्वों के क्षेत्र

में फैली दुर्व्यवस्था को दूर करना कोई सरल काम नहीं था। आवर्त सारणी निश्चित रूप से नहीं बता सकी कि ऐसे तत्वों की संख्या कितनी है और वे एक दूसरे से इतना ज्यादा क्यों मिलते हैं।

परंतु दुनिया में कोई भी चीज पूर्णतया सही नहीं है...। इस बात में कोई शक नहीं कि मेंडेलीफ के "कम्प्यूटर" के लाभ इसकी कमियों से बहुत ज्यादा हैं।

"इलेक्ट्रानिक कम्प्यूटर" रुक गया

हमारी शताब्दी के तीसरे दशक तक भौतिकी और रसायन ने बहुत ज्यादा तरक्की कर ली। दो दशकों में इन विज्ञानों की उपलब्धियां मानवजाति के पूर्ववर्ती इतिहास की सारी उपलब्धियों से कम नहीं थीं।

परंतु नये तत्वों की खोज का काम अचानक रुक गया।

मेंडेलीफ की सारणी के कौन-कौनसे खाने अभी खाली थे, यह बात तब स्पष्ट हुई जब भौतिकविदों ने आवर्त सारणी का सार समझाया और परमाणु क्रमांक की नयी परिभाषा प्रस्तुत की।

हां, तो 72 और 75 नंबर खाने खाली थे। पहला खाना जिस तत्व से भरा गया, उसे 1923 में हंगेरियन और डेनिश वैज्ञानिकों जार्ज हेवेसी और डर्क कोस्टर ने खोजा। उन्होंने खनिज जिर्कोन में

एक अति विरल तत्व हैफ्नियम खोजा। यह तत्व जिर्कोनियम का अनुरूप निकला। इन दोनों तत्वों का रासायनिक पृथक्करण आज भी एक कठिन समस्या बना हुआ है। अतः हैफ्नियम को, जिसे कुछ वैज्ञानिकों ने दुर्लभ मृदा तत्वों के परिवार का सदस्य बना दिया था, यह परिवार छोड़कर चौथे ग्रुप के द्वितीय उपग्रुप में अपनी जगह लेनी थी। इस प्रकार लैन्थेनाइडों की सही संख्या निश्चित हो गयी। और इस बात से युवा आवर्त सिद्धांत की सत्यता की प्रायोगिक पुष्टि हो गयी।

1927 में रीनियम ने हमेशा के लिये 75 नंबर खाने में घर बना लिया। इसे यह स्थान दो जर्मन वैज्ञानिकों इडा और वाल्टर नोडाक ने दिया। यह उन विरल स्थितियों में से है जब किसी नारी ने एक नये तत्व की खोज की। 1898 में मरीया क्यूरी ने अपने पति प्येर के साथ मिलकर रेडियम को खोजा और 1939 में एक फ्रेंच नारी मारग्रेट पियरे ने फ्रेंसियम की खोज की।

पृथ्वी पर मिलने वाले स्थायी रासायनिक तत्वों में अंतिम तत्व रीनियम था। आवर्त सारणी में कई "खाली" खाने बच गये थे जिन्हें भर जाना था। इन खानों के तत्वों के परमाणु क्रमांक क्रमशः 43, 61, 85 और 87 थे।

ऐसे विचित्र तत्व कौनसे थे जिन्होंने आवर्त सारणी में रहने से साफ-साफ इंकार कर दिया?

पहला अजनबी। यह तत्व सातवें ग्रुप का सदस्य

होना चाहिये, इसका परमाणु क्रमांक 43 होना चाहिये और यह मैंगनीज और रेनियम के बीच स्थित होना चाहिये, इसके गुण भी इन तत्वों के साथ मिलने चाहियें। इस तत्व को मैंगनीज अयस्कों में ढूंढ़ने का फैसला किया गया।

दूसरा अजनबी। यह दुर्लभ मृदा तत्वों का साथी होना चाहिये और इसमें बिल्कुल उन जैसे गुण होने चाहियें। परमाणु क्रमांक 61 होना चाहिये।

तीसरा अजनबी। यह सबसे भारी हैलोजेन, आयोडीन का बड़ा भाई होना चाहिये। यह तत्व रसायनज्ञों को बहुत आश्चर्य में डाल सकता था क्योंकि इसमें क्षीण धात्विक गुण विद्यमान मिलने चाहिये थे। हैलोजेन भी और धातु भी–दोमुंहे तत्व की एक कितनी शानदार मिसाल! इस तत्व के लिये बड़ी बिल्डिंग में 85 नंबर फ्लेट तैयार कर दिया गया।

चौथा अजनबी। अब यह कितना मजेदार तत्व है। सबसे ज्यादा क्रोधी, सबसे ज्यादा सक्रिय धातु और यह आपकी हथेली में ही पिघल जायेगी। क्षारीय धातुओं में सबसे भारी। इसका परमाणु क्रमांक 87 है।

वैज्ञानिकों ने रहस्यमय अजनबियों के केसों की लंबी-चौड़ी फाइलें बनायीं। सुप्रसिद्ध जासूस शेर्लोक होल्म्स अपराधी द्वारा पीये गये सिगार या उसके जूतों पर लगी गोंद से उसे ढूंढ़ सकते थे। परंतु रसायनज्ञों के, जो अज्ञात पदार्थों की सूक्ष्म से सूक्ष्म मात्रा की पहचान करनी सीख चुके थे, कुशल तरीकों

के सामने होल्म्स के तरीके कोई महत्व नहीं रखते थे।

चालाक जासूस हमेशा भाग्यशाली निकलते थे, परंतु रसायनज्ञ नहीं। रहस्यमय अजनबियों को ढूंढ़ने और उनको फ्लेट अलाट करने के उनके सारे प्रयास व्यर्थ गये।

अजनबियों को हर जगह खोजा गया: सिगार की राख में, वनस्पतियों के अवशेषों में; सर्वाधिक विरल और सर्वाधिक आकर्षक खनिजों में, जो खनिज संग्रहालयों की शोभा बढ़ा रहे थे; समुद्रों और महासागरों के जलों में। परंतु कोई फायदा नहीं हुआ।

अनसुलझी समस्याओं की फाइल में एक और फाइल जुड़ गयी, जिसके ऊपर निम्न संक्षिप्त शीर्षक लिख दिया गया – "रासायनिक तत्वों 43, 61, 85 और 87 के रहस्यमय अन्तर्धान का केस"।

प्रकृति ने कहीं चालाकी से इन तत्वों को हमारे ग्रह पर उपस्थित मूल पदार्थों की सूची से गायब तो नहीं कर दिया? क्या यह उसकी सनक का परिणाम नहीं हो सकता?

जी हां, यह एक जादू की तरह लगता है। कहते हैं कि चमत्कार नहीं होते हैं, परंतु अज्ञात कारणों से बड़ी बिल्डिंग के चार फ्लेट खाली पड़े रहे।

वे तभी भरे गये जब वैज्ञानिकों ने रासायनिक तत्वों को कृत्रिम रूप से बनाना सीख लिया।

एक तत्व को दूसरे में कैसे बदल सकते हैं?

दुनिया में हमारे चारों ओर असंख्य रासायनिक अभिक्रियाएं घटती हैं, वे सारी इलेक्ट्रान कोशों के रसायन का प्रभुत्व स्वीकार करती हैं। परमाणु ऋणात्मक या धनात्मक आवेशित आयन बन कर इलेक्ट्रान ले या दे सकता है। एक परमाणु सैकड़ों और हजारों अन्य परमाणुओं के साथ मिल कर एक विशालाकार अणु बना सकता है। परंतु वह हमेशा उसी एक ही तत्व के गुणों का वाहक बना रहता है। कार्बन 60 लाख से अधिक यौगिक बनाता है, परंतु वह प्रत्येक यौगिक में कार्बन ही रहता है, चाहे वह कार्बन डाइ-आक्साइड CO_2 हो या सर्वाधिक जटिल प्रोटीन हो।

एक तत्व को दूसरे में परिवर्तित करने के लिये उसके परमाणु के नाभिकों को पुनः व्यवस्थित करना पड़ता है जिससे कि उनके आवेश बदल जायें।

रसायनज्ञ लोग रासायनिक अभिक्रियाओं को घटाने के लिये उच्च तापमानों, दाबों और उत्प्रेरकों तथा पदार्थों का प्रयोग करते हैं, जो अल्प मात्राओं में मिलाये जाने पर अभिक्रियाओं की चाल तेज कर देते हैं।

हजारों डिग्री तापमानों और कई हजार एटमौस्फियर दाबों से परमाणुओं के नाभिकों को पुनः व्यवस्थित करने में सफलता नहीं मिलती। इस विधि से एक तत्व को दूसरे में परिवर्तित नहीं किया जा सकता।

परंतु विज्ञान की एक अन्य शाखा – नाभिकीय रसायन की विधियों से यह काम संभव हो सकता है। नाभिकीय रसायन के "ताप तथा दाब" – प्रोटोन और न्यूट्रान, भारी हाइड्रोजन समस्थानिकों के नाभिक (ड्यूट्रान) और हीलियम परमाणुओं (α – कणों) के नाभिक और अंत में मेंडेलीफ की सारणी के विभिन्न तत्वों के आयन – बोरान और आक्सीजन, निआन और आर्गान, कैल्सियम, लोहा, क्रोम हैं। इसके रासायनिक उपकरणों में नाभिकीय रिऐक्टर, जिनमें बमबारी करने वाले कण बनते हैं, त्वरित्र – जटिल उपकरण शामिल हैं, जो कणों को असीम गति प्रदान करते हैं। परमाणु के नाभिक में घुसने के लिये मिसाइल कण में अत्यधिक उच्च ऊर्जा होनी चाहिये (विशेष रूप में अगर वह धनात्मक आवेशित है), जिससे नाभिकीय आवेश की प्रतिकर्षी प्रक्रिया पर विजय पाना सरल हो जाता है। नाभिकीय रसायन के चिन्हों की अपनी अलग प्रणाली होती है, परंतु इसकी अभिक्रियाओं के समीकरण "परम्परागत" रासायनिक समीकरणों से मिलते हैं।

यह नाभिकीय रसायन था जिसने मेंडेलीफ की सारणी में खाली जगहों को भर दिया।

यूनानी शब्द "टैक्नेटोस", जिसका अर्थ "कृत्रिम" होता है, मनुष्य द्वारा कृत्रिम विधि से प्राप्त प्रथम तत्व के नाम का आधार बन गया। 1936 के अंत में तीव्र ड्यूट्रानों का एक पुंज साइक्लोट्रोन में त्वरित करके मालिब्डेनम की प्लेट से

टकराया। तीव्र डयूट्रानों ने इलेक्ट्रान कोशों को ऐसे काट दिया जैसेकि एक चाकू मक्खन को काटता है और वे नाभिक तक पहुंच गये। नाभिक के साथ टकराते ही प्रत्येक डयूट्रान, जो एक प्रोटोन और एक न्यूट्रान से बना था, विखंडित हो गया, जिसके फलस्वरूप न्यूट्रान एक कोने में हट गया और प्रोटोन नाभिक में फंस गया। इससे नाभिकीय आवेश में इकाई की वृद्धि आ गयी और 42 नंबर खाने का निवासी मालिब्डेनम अपने सीधे हाथ की ओर स्थित पड़ोसी तत्व नंबर 43 में परिवर्तित हो गया।

साधारण रसायन की तरह, जहां एक ही यौगिक विभिन्न तरीक़ों से प्राप्त किया जा सकता है, नाभिकीय रसायन में भी एक जैसे तत्व विभिन्न अभिक्रियाओं द्वारा कृत्रिम रूप से प्राप्त किये जा सकते हैं।

लोगों ने दुनिया की सर्वाधिक विराली फैक्टरी में सैकड़ों किलोग्राम टैक्नीशियम प्राप्त करना सीख लिया। यह फैक्टरी नाभिकीय रिऐक्टर है, जहां मंद न्यूट्रानों के प्रभावस्वरूप यूरेनियम नाभिकों को विखंडित करके ऊर्जा प्राप्त की जाती है।

यूरेनियम नाभिक विभिन्न खंडों में विभाजित हो जाते हैं; प्रत्येक नाभिक दो खंडों में विभाजित होता है। ये मेंडेलीफ की सारणी के मध्य में स्थित तत्वों के परमाणुओं के नाभिक हैं। यूरेनियम विखंडित होकर कई तत्वों को जन्म देता है, जो आवर्त सारणी में 30 से ज्यादा खाने घेरते हैं — 30 नंबर

8*

से लेकर 64 नंबर तक। टैक्नीशियम तथा एक और विचित्र तत्व, जिसे कई दशकों तक भूपर्पटी में बेकार ही खोजा जाता रहा, भी इस सूची में शामिल हैं। यह तत्व प्रोमीथियम था, जो 61 नंबर खाने का निवासी है।

इसी प्रकार नाभिकीय अभिक्रियाओं के फलस्वरूप तत्व नंबर 85 और 87 – ऐस्टेटीन और फ्रेंसियम प्राप्त किये गये।

अब हाइड्रोजन और यूरेनियम के बीच में एक भी खाना खाली नहीं था। हम जानते ही हैं कि हाइड्रोजन से पहले कोई तत्व नहीं हो सकता। और यूरेनियम के बाद ?

यूरेनियम के पीछे सत्तरह कदम

आज हम सत्तरह परायूरेनियम तत्वों की जानकारी का दावा करते हैं: नंबर 73 – नेप्टयूनियम से नंबर 109 तक, जिसका अभी तक कोई नाम नहीं रखा गया है। परंतु इनमें से हर तत्व के बारे में हमारी जानकारी की सीमा भिन्न है। हां, एक बात निश्चय के साथ कह सकते हैं और वह यह कि इनमें से कोई भी तत्व प्रकृति में नहीं मिलता है। इनमें से सबसे हलके तत्वों – नेप्टयूनियम और प्लूटोनियम की नगण्य मात्रा के पुट कुछ यूरेनियम खनिजों में मिले हैं। यह प्रकृति में घट रही नाभिकी अभिक्रियाओं का परिणाम है। परंतु अति नगण्य होने के कारण इस पर विचार करना ही बेकार है।

सभी परायूरेनियम तत्व विघटनाभिक होते हैं और वह भी काफी ज्यादा हद तक। जैसे-जैसे तत्व का परमाणु क्रमांक बढ़ता जाता है, वैसे-वैसे उसका जीवन-काल घटता जाता है।

और क्या पता है? हम जानते हैं और दावा कर सकते हैं कि हमें नेप्टयूनियम, प्लूटोनियम, ऐमेरिशियम, क्यूरियम के गुणों की अच्छी जानकारी है, जो बीसवीं शताब्दी के पांचवें दशक में प्राप्त किये गये। अद्वितीय नाभिकीय इंधन प्लूटोनियम के, जो यूरेनियम से कहीं ज्यादा प्रभावशाली है, रसायन का विस्तारपूर्वक अध्ययन किया गया। आज नाभिकीय रिऐक्टरों में इस तत्व की बड़ी मात्राएं संश्लिष्ट की जाती हैं।

जहां तक बर्केलियम (नंबर 97), कैलीफर्नियम (नंबर 98), आइन्सटाइनियम (नंबर 99), फर्मियम (नंबर 100), मेंडेलीवियम (नंबर 101) का सवाल है, तो उनके बारे में हमारी "जानकारी" काफी कम विश्वसनीय है। और यह जानकारी परमाणु क्रमांक की वृद्धि के साथ-साथ कम होती जाती है। इन पांच तत्वों के साथ काम करना बहुत ही मुश्किल काम है क्योंकि इनका संश्लेषण बहुत टेढ़ा काम है; प्रायोगिक कार्यों के लिये इनकी पर्याप्त मात्रा प्राप्त करना बहुत मुश्किल कार्य है। जहां तक बर्केलियम और कैलीफार्नियम की बात है, तो इनकी प्राप्ति के प्रयासों के परिणाम संतोषजनक लगते हैं: वैज्ञानिकों ने दोनों को धातुओं के रूप में प्राप्त कर

लिया है। परंतु ग्राइन्सटाइनियम ग्रौर फर्मियम की प्राप्त मात्राएं एक ग्राम का भी ग्रंश हैं ग्रौर जब मेंडेलीवियम संश्लिष्ट किया गया, तो उसकी मात्रा केवल कुछ हजार परमाणु निकली। धातु मेंडेली-वियम का वजन करना ग्रसंभव सा कार्य है क्योंकि यह धातु कभी भी पर्याप्त मात्रा में संचित नहीं की जा सकती ग्रौर इसका जीवन-काल दो महीने से ज्यादा नहीं होता। फिर भी वैज्ञानिक लोग "मेंडेली-वियम के रसायन" की बात करते हैं। प्रसंगवश यहां हम यह बताना चाहेंगे कि इस तत्व का रसायन कुछ हद तक ग्रप्रत्याशित है। मेंडेलीवियम ग्रौर इसका साथी फर्मियम इतने ग्रधिक ग्रस्थायी होते हैं कि इनके स्रोतों को हर वक्त प्रयोगशालाग्रों में रखना चाहिये।

परायूरेनियम तत्वों का ग्रगला "दस्ता" नंबर 102 से शुरू होता है। इस तत्व की खोज का इतिहास गलतफहमियों से भरा पड़ा है। इसका एक कारण यह है कि इस तत्व के संश्लेषण के लिये एक बिल्कुल नयी विधि ग्रपनायी गयी ग्रौर दूसरा कारण यह है कि इसका ग्रर्ध क्षय-काल केवल मिनटों तक सीमित होता है। स्वाभाविक है कि इस तत्व की जितनी भी मात्रा संश्लिष्ट की जाये, वह हमेशा कुछ सौ परमाणुग्रों तक ही सीमित रहेगी। इस तत्व की इन विशिष्टताग्रों के कारण बहुत सारे भ्रमों ग्रौर शंकाग्रों का जन्म हुग्रा। ग्राज विद्यार्थी स्नातक की

उपाधि प्राप्त करने के लिये अपने शोधकार्य तत्व नंबर 102 को समर्पित करते हैं।

तत्व नंबर 102 ने वास्तविक "रासायनिक प्रेतों" की सूची आरंभ की। जब कभी भी कोई व्यक्ति इनसे और अच्छी तरह से परिचित होना चाहता है, उसे खुरचन से एक नाभिकीय अभिक्रिया घटानी होती है।

तत्वों का निराला, रहस्यमय जगत; उन तत्वों का, जो जन्म लेने के तुरंत बाद अदृश्य हो जाते हैं। इस बारे में बहुत सारी बातें अस्पष्ट तथा अनिश्चित हैं। ज्यादा संभावना इसी बात की है कि हमें इस जगत की कोई जानकारी नहीं है। कोई भी पूर्ण निश्चय के साथ नहीं बता सकता कि इस या उस तत्व को वैज्ञानिकों के किस दल ने सबसे पहले संश्लिष्ट किया। और यह अनिश्चितता अक्सर लंबी तथा निरर्थक बहसों को जन्म देती है। इसी कारण अनुसंधाता नये तत्वों को नाम देने के मामले में कोई जल्दी नहीं दिखा रहे हैं।

अगर आपके पास किसी तत्व के केवल कुछ गिने-चुने परमाणु हों, तो उसके रासायनिक गुणों का अध्ययन करना बहुत टेढ़ा काम साबित होगा। वैज्ञानिकों की पटुता और कुशलता अपनी चरम सीमा पर पहुंच गयी लगती थी। परिशुद्ध और जटिल प्रयोगों से यह सिद्ध करना संभव हो गया कि तत्व नंबर 102 और 103 ऐक्टिनाइड परिवार के सदस्य हैं। आवर्त सारणी के लिये इस नयी खोज का संयोजन

अति महत्वपूर्ण साबित हुआ। आगे चलकर कुर्चातोवियम और नील्सबोहरियम की रासायनिक प्रकृति निर्धारित की गयी। अन्य परायूरेनियम तत्वों की तरह वैज्ञानिकों ने अभी इन तत्वों पर अपना ध्यान केन्द्रित नहीं किया है।

तत्वों की दुनिया में मर्त्यता और अमरता

एक समय ऐसा आया जब रसायनज्ञ एक प्रकार से पुरातत्वज्ञ बन गये। उन्होंने भू-पर्पटी में उपस्थित विभिन्न खनिजों की आयु निश्चित करने के तरीके सीख लिये, जैसेकि एक पुरातत्वज्ञ यह ज्ञात करता है कि कांस्य का कोई आभूषण या मिट्टी का कोई बर्तन कितनी शताब्दियों पहले बनाया गया था।

कुछ खनिजों की आयु साढ़े चार अरब वर्ष से भी ज्यादा निकली। वे उतने ही प्राचीन हैं जितना ग्रह पृथ्वी है। परंतु खनिज रासायनिक यौगिक होते हैं। वे तत्वों के बने होते हैं। अतः तत्व वास्तव में अमर होते हैं।

यह पूछना बेतूकी बात नहीं होगा कि क्या तत्व की मृत्यु होती है? सभी सजीव प्राणियों का दुखदायी अंत मृत्यु है।

देखने में यह प्रश्न निरर्थक लगता है, परंतु वास्तव में बात ऐसी नहीं है।

आप एक भौतिकीय तथ्य – विघटनाभिकता से परिचित ही होंगे। यह उन तत्वों (बल्कि उनके

परमाणुओं के नाभिकों) में उपस्थित होता है जो स्वतः क्षयित हो जाते हैं। कुछ नाभिक उनकी गहराइयों से इलेक्ट्रान उत्सर्जित करते हैं। दूसरे α–कण (हीलियम के नाभिक) छोड़ते हैं। तीसरे दो समान अर्द्धों में विखंडित हो जाते हैं: इस प्रक्रिया को स्वतः विखंडन कहते हैं।

क्या सारे तत्व विघटनाभिक होते हैं? जी नहीं, परंतु वे जरूर हैं जो आवर्त सारणी के अंत में स्थित हैं—पोलोनियम से शुरू होते हैं।

क्षयित होने पर एक विघटनाभिक तत्व पूर्णतया अदृश्य नहीं होता। वह दूसरे तत्व में परिवर्तित हो जाता है। विघटनाभिक रूपांतरों की शृंखला बहुत लंबी हो सकती है।

उदाहरणतया, थोरियम और यूरेनियम अंत में स्थायी लेड में परिवर्तित हो जाते हैं। परंतु इस अवस्था तक पहुंचने के मार्ग में कई दर्जन विघटनाभिक तत्वों का जन्म और मृत्यु होती है।

विघटनाभिक तत्वों का स्थायित्व विभिन्न होता है। कुछ पूर्णतया अदृश्य होने से पहले कई दर्जन अरब वर्ष जीवित रह सकते हैं। दूसरों का जीवन-काल कुछ मिनटों या सेकड़ों के अंशों तक ही सीमित रहता है। वैज्ञानिक लोग विघटनाभिक तत्वों के स्थायित्व का निर्धारण एक विशेष मात्रा की सहायता से करते हैं जिसे अर्ध क्षय-काल कहते हैं। इस समय के दौरान विघटनाभिक तत्व की कोई भी मात्रा अपने आरंभिक

भार की ठीक ग्राधी मात्रा के बराबर क्षयित होती है।

यूरेनियम और थोरियम का अर्ध क्षय-काल कई अरब साल है।

परंतु आवर्त सारणी में जो तत्व इनसे पहले आते हैं – प्रोटैक्टिनियम, रेक्टिनियम, रेडियम, फ्रेंसियम, रेडान, ऐस्टैटीन और पोलोनियम – उनके साथ बात कुछ और ही है। उनका अर्ध क्षय-काल काफी कम होता है – प्रत्येक का लाख साल से ज्यादा नहीं होता। और इस बात के कारण एक अप्रत्याशित पहेली सामने आ जाती है।

अगर ऐसी बात है तो ये छोटे अर्ध क्षय-काल वाले तत्व हमारी पृथ्वी पर कैसे जीवित रह गये, जिसकी आयु लगभग 5 अरब वर्ष है? इस कल्पनातीत अर्से में रेडियम, ऐक्टिनियम तथा उनके ग्रुप के अन्य तत्व सैकड़ों से भी ज्यादा बार अदृश्य हो जाने चाहिये थे।

परंतु वे अभी भी उपस्थित हैं और शताब्दियों से पार्थिव खनिजों में छिपे आ रहे हैं। ऐसा लगता है जैसेकि प्रकृति के पास कोई अमृत है जो इन तत्वों को मृत्यु से दूर रखता है।

जी नहीं, ऐसी कोई बात नहीं है। इसका कारण बहुत साधारण है और वह यह है कि वे एक असीम स्रोत द्वारा पोषित किये जाते हैं – यूरेनियम और थोरियम के पार्थिव रिजर्वों द्वारा। जब तक ये विघटनाभिक "कुलपति" स्थायी लेड रूपां-

नरित होने का लंबा और जटिल मार्ग तय करते हैं, वे रास्ते में मध्यवर्ती तत्वों में परिवर्तित होते रहते हैं। इस प्रकार रासायनिक तत्वों को हम दो ग्रुपों में विभाजित कर सकते हैं – प्राथमिक और द्वितीयक।

सारे अनुविघटनाभिक तत्व और यूरेनियम तथा थोरियम, जिनके अर्ध क्षय-काल पृथ्वी की आयु से अधिक हैं, प्राथमिक तत्व हैं। वे सौर-प्रणाली की रचना के साक्षी हैं।

बाकी सारे द्वितीयक तत्व हैं।

फिर भी ऐसा समय आयेगा जब आवर्त सारणी में कुछ तत्वों की कमी आ जायेगी। ये यूरेनियम और थोरियम होंगे – द्वितीयक तत्वों के अनन्त स्रोत (इन्हें अपेक्षाकृत "अनन्त" कहना ज्यादा उत्तम रहेगा)। कुछ खरब सालों बाद ये तत्व भी पृथ्वी से अदृश्य हो जायेंगे। और अगर इतने दूर के भविष्य तक पृथ्वी खुद भी कायम रही, तो इन तत्वों के विघट-नाभिक रूपांतरों के उत्पाद फिर भी अदृश्य हो जायेंगे।

एक, दो, तीन, बहुत सारे...

आदमजाति के मानव की गिनती करने की क्षमता लगभग इसी तरह की थी। उसका गणित केवल दो परिमाणात्मक मात्राओं तक सीमित था – – "ज्यादा" और "कम"।

डेढ़ सौ साल पहले तक, जब लोग उन विभिन्न

तत्वों की मात्राओं का अनुमान लगाने का प्रयास करते थे, जिन्हें हमारे ग्रह ने अपने भंडारों में इकट्ठा कर रखा है, वे इसी मापदण्ड का इस्तेमाल करते थे।

उदाहरणतया, लेड, जिंक और रजत का प्रयोग बहुत विस्तृत था: अर्थात् वे बहुत ज्यादा थे। अतः इन तत्वों को बहुल माना गया। परंतु दुर्लभ मृदाएं (लैन्थेनाइड) विरल थे क्योंकि वे पृथ्वी पर शायद ही कभी मिले थे। इनकी मात्रा बहुत कम थी। आपने देखा, सौ साल पहले यह काम कितना आसान था।

रासायनिक तत्वों के स्टोरों के प्रथम निरीक्षकों का काम बहुत ही आसान था। हमारे समकालीन उनकी "गतिविधियों" की बात सोचते हुए मुस्करायेंगे।

और वे मुस्कराएं क्यों न: अब वे ठीक-ठीक बता सकते हैं कि हर चीज की कितनी मात्रा है! वे अब यह तक बता सकते हैं कि भू-पर्पटी में प्रत्येक तत्व के कितने परमाणु उपस्थित हैं। वे शायद यह भी जानते हैं कि हमारे ग्रह के खनिजों में लेड, जिंक और रजत तीनों की कुल मिलाकर जितनी मात्रा है, बदनाम दुर्लभ मृदाओं की मात्रा उससे थोड़ी सी ही कम है।

भूरसायन के विज्ञान की स्थापना अमरीकी वैज्ञानिक फ्रेन्सिस क्लार्क के नाम के साथ बहुत गहरा संबंध रखती है।

वे प्रथम वैज्ञानिक थे, जिन्होंने रासायनिक तत्वों

के परमाणु भारों को एक सुनिश्चित क्रम से व्यवस्थित किया। उस वक्त तक विभिन्न वैज्ञानिकों ने एक ही तत्व के अलग-अलग परमाणु भार निर्धारित किये थे। सही परमाणु भार कैसे पता किया जाये? 5000 से ज्यादा नमूनों के गंभीर विश्लेषण के बाद क्लार्क ने सबसे ज्यादा यर्थाथ मान चुने। ये क्लार्क ही तो थे, जिन्होंने प्रकृति में तत्वों के बाहुल्य की समस्या का वैज्ञानिक रूप से अध्ययन किया।

उनके प्रस्ताव पर परमाणु भारों की एक अंतर्राष्ट्रीय समिति बनायी गयी। हर साल यह समिति बुलेटिन प्रकाशित कराती थी जिसमें परमाणु भारों में परिवर्तनों की सूचना दी जाती थी। यह परम्परा आज तक कायम है।

क्लार्क की खोजों से पृथ्वी पर रासायनिक तत्वों के बाहुल्य की समस्या के अध्ययन में काफी निश्चितता आयी। अब वैज्ञानिक यह बता सकते थे कि कौनसे तत्वों का बाहुल्य था और कौनसी की कमी थी और पृथ्वी पर हर तत्व की कितनी मात्रा थी। और पृथ्वी पर तत्वों के वितरण को द्योतित करने के लिये जो परिमाणात्मक मापदण्ड चुना गया, उसका नाम आधुनिक भूरसायन के संस्थापक के नाम पर क्लार्क रखा गया।

इस प्रकार एक नये विज्ञान—भूरसायन का जन्म हुआ। इसने मनुष्य को इतने अजीब किस्से सुनाये, जिन्हें उसने पहले कभी नहीं सुना था।

पता चला कि मेंडेली । सारणी के प्रथम

26 प्रतिनिधि – हाइड्रोजन से शुरू होकर लोहे तक – – पृथ्वी की लगभग सारी पर्पटी बनाते हैं। वे इसके वजन का 99.7 प्रतिशत बनाते हैं अर्थात् प्रकृति में विद्यमान बाकी सारे 67 तत्वों की कुल मात्रा केवल 0.3 प्रतिशत है।

तो पृथ्वी पर किस चीज का बाहुल्य है?

न लोहे का, न ताम्र का और न ही टिन का, हालांकि मनुष्य इन्हें हजारों सालों से इस्तेमाल करता आ रहा है और इनकी सप्लाई भी बहुत ज्यादा लगती है, इन्हें कभी खत्म न होने वाली धातुएं कहा जा सकता है। सबसे ज्यादा बाहुल्य जिस तत्व का है, वह आक्सीजन है। अगर हम एक काल्पनिक तराजू के एक पलड़े पर पृथ्वी के सारे आक्सीजन स्रोत रख दें और बाकी सारे तत्व दूसरे पलड़े पर, तो तराजू लगभग पूर्णतया संतुलित मिलेगी। भू-पर्पटी का लगभग आधा भाग आक्सीजन है। यह हर जगह उपस्थित है: जल में, वायुमंडल में, असंख्य चट्टानों में, हर जानवर में, हर वनस्पति में और हर जगह यह अतिमहत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

भू-पर्पटी का 1/4 भाग सिलिकन है। यह अकार्बनिक प्रकृति का मूल आधार है।

इसके अलावा पृथ्वी के तत्वों के बाहुल्य का क्रम निम्न है: ऐलुमिनियम – 7.4 प्रतिशत; लोहा – 4.2 प्रतिशत; कैल्सियम – 3.3 प्रतिशत; सोडियम – 2.4 प्रतिशत; पोटेशियम और मैग्नीशियम –

–प्रत्येक 2.35 प्रतिशत; हाइड्रोजन – 1.0 प्रतिशत और टाइटेनियम – 0.6 प्रतिशत।

हमारे ग्रह के दस सर्वाधिक बहुल रासायनिक तत्व ये हैं।

परंतु पृथ्वी पर कौनसी चीज सबसे कम है? स्वर्ण, प्लैटिनम और प्लैटिनम धातुएं बहुत कम हैं। इसी वजह से इनकी कीमतें बहुत ऊंची हैं।

परंतु यहां एक विरोधाभास से वास्ता पड़ता है और वह यह कि स्वर्ण वह धातु थी जिसके साथ मनुष्य अन्य धातुओं से पहले परिचित हुआ। प्लैटिनम आक्सीजन से पहले खोजा गया, जब किसी ने भी सिलिकन और ऐलुमिनियम का नाम तक नहीं सुना था।

उत्कृष्ट धातुओं में एक निराली विशेषता होती है। वे प्रकृति में यौगिकों के रूप में नहीं बल्कि प्राकृत रूप में मिलती हैं। उन्हें अयस्कों से अलग करने की कोई जरूरत नहीं होती। इसी वजह से वे पृथ्वी पर इतने पुराने युग में मिलीं।

परंतु फिर भी ये तत्व "विरलता" का पुरस्कार लेने के अधिकारी नहीं हैं। यह घटिया पुरस्कार रेडियोधर्मी विघटनाभिक तत्वों को दिया गया है। और वे वास्तव में बहुत ही ज्यादा विरल हैं।

भूरसायनज्ञों के कथनानुसार पृथ्वी पर पोलोनियम की कुल मात्रा केवल 9600 टन है; रेडान की मात्रा इससे भी कम है – 260 टन; ऐक्टिनियम की मात्रा 26 हजार टन है। रेडियम और प्रोटैक्टिनियम

सच्चे "देव" हैं; उनकी मात्रा लगभग 10 करोड़ टन है; परंतु यह मात्रा स्वर्ण और प्लैटिनम की तुलना में बहुत कम है। यहां तक ऐस्टेटीन और फ्रेंसियम का सवाल है तो उन्हें देव शायद ही कहा जा सकता है क्योंकि उनकी मात्रा और भी कम है। ऐस्टेटीन और फ्रेंसियम के पार्थिव रिजर्व मिलीग्रामों तक सीमित हैं।

पृथ्वी पर सर्वाधिक विरल तत्व का नाम ऐस्टेटीन (सारी भू-पर्पटी में केवल 69 मिलीग्राम) है। इस तथ्य को और टीका-टिप्पणी की जरूरत नहीं है।

मालूम हुआ है कि प्रथम परायूरेनियम तत्व नेप्टयूनियम और प्लूटोनियम भी पृथ्वी पर मिले हैं। ये तत्व यूरेनियम और मुक्त न्यूट्रानों के बीच अति विरल अभिक्रियाओं के घटने के फलस्वरूप प्रकृति में पैदा होते हैं। ये "देव" सैकड़ों और हजारों टन भारी हो सकते हैं। परंतु प्रोमिथियम और टैक्नीशियम, जिनका जन्मदाता भी यूरेनियम ही है (यूरेनियम में स्वतः विखंडन की क्षमता रखने के कारण इसके नाभिक दो समान खंडों में विभाजित हो जाते हैं), के बारे में कहने के लिये ही कुछ नहीं है। वैज्ञानिकों को टैकनीशियम और प्रोमिथियम के अवगम्य अवशेष मिले हैं। बाकी मात्रा को अभी खोजना है जिसके आधार पर इन तत्वों के पार्थिव रिजर्वों को तोला जायेगा।

आज वैज्ञानिक यह कहते हैं कि प्रकृति में ज्ञात सारे रासायनिक तत्व किसी भी खनिज के नमूने में ढूंढ़े जा सकते हैं। सारे तत्व बिना किसी अपवाद के। यह बात जरूर है कि उनके अनुपातों में बहुत ज्यादा अंतर होता है। परंतु ऐसा क्यों कि किसी तत्व का बहुत ज्यादा बाहुल्य है और कोई तत्व बहुत ही ज्यादा विरल है?

आवर्त सारणी में सभी तत्वों के अधिकार समान हैं। हर किसी को एक निश्चित जगह मिली हुई है। परंतु जैसे ही तत्वों के पार्थिव रिजर्वों की बात होती है, तो ये समान अधिकार ऐसे अदृश्य हो जाते हैं जैसे धुआ हवा में।

मेंडेलीफ की सारणी के हलके तत्व, इसके शुरू के तीस के लगभग प्रतिनिधि भू-पर्पटी का मुख्य भाग बनाते हैं। परंतु उनके बीच कोई समानता नहीं है। कुछ ज्यादा बहुल हैं; दूसरे कम। उदाहरण के लिये, बोरान, बेरिलियम और स्कैन्डियम बहुत ज्यादा विरल तत्वों में गिने जाते हैं।

क्योंकि पृथ्वी का अस्तित्व बना आ रहा है, तो इसके तत्वों की सप्लाई दोहरायी गयी होगी। यूरेनियम और थोरियम की विघटनाभिकता के कारण उनकी काफी मात्रा नष्ट हो गयी। उत्कृष्ट गैसों और हाइड्रोजन की बहुत बड़ी मात्रा बाह्य अंतरिक्ष में चली गयी। परंतु आम तस्वीर नहीं बदली।

हमारे दिनों के वैज्ञानिक यह लिखते हैं कि भू-पर्पटी में रासायनिक तत्वों का बाहुल्य उ सी म से घटता जाता है जिस क्रम से उनका वजन हलके तत्वों से मध्यम वाले की ओर तथा मध्यम से भारी तत्वों की ओर बढ़ता जाता है। परंतु यह नियम हर जगह लागू नहीं होता। उदाहरण के लिये, मेंडेलीफ की सारणी के हलके प्रतिनिधियों की तुलना में पृथ्वी पर भारी लेड की मात्रा कहीं ज्यादा है। ऐसा क्यों है? सबकी मात्राएं समान क्यों नहीं हैं? क्या प्रकृति को न्यायी समझा जा सकता है? उसने कुछ तत्वों को संचयित किया है और दूसरों की सप्लाई बिल्कुल बंद कर दी?

जी, नहीं, ऐसी कोई बात नहीं है। तत्वों का कम या ज्यादा होना कुछ नियमों पर निर्भर करता है। सच कहें, तो हमें अभी तक इन नियमों की जानकारी नहीं हुई है, हम उनकी केवल कल्पना करते हैं।

आप देख ही रहे हैं कि रासायनिक तत्व हमेशा नहीं रहे हैं। ब्रह्मांड की रचना इस प्रकार की है कि उसके विभिन्न भागों में हर वक्त तत्वों के बनने या संश्लेषण की विशाल प्रक्रिया घटती रहती है। यह प्रक्रिया इतनी विशाल होती है कि किसी अन्य चीज की इसके साथ तुलना नहीं की जा सकती। कास्मिक नाभिकीय रिऐक्टर, कास्मिक त्वरित नक्षत्र हैं। इनमें से कुछ की गहराइयों में हमेशा रासायनिक तत्व "पक" [२] होते हैं।

यहां पर अनसुने तापमानों, अकल्पनीय दाबों का राज होता है। यहां के मुख्य नियम – नाभिकीय रसायन के नियम होते हैं, यहां नाभिकीय रासायनिक अभिक्रियाओं का सिक्का चलता है जो एक तत्व को दूसरे में, हलके तत्वों को भारी में परिवर्तित करते हैं। और ये नियम ऐसे हैं कि कुछ तत्व बड़ी आसानी से और बहुत बड़ी मात्राओं में बनते हैं जबकि दूसरे काफी कठिनाइयों से, अतः अल्प मात्राओं में बनते हैं।

यह सब विभिन्न परमाण्वीय नाभिकों के स्थायित्व पर निर्भर करता है। नाभिकीय रसायन का इस मामले में एक निश्चित मत है। हलके तत्वों के समस्थानिकों के नाभिकों में प्रोटोनों और न्यूट्रानों की समान संख्या विद्यमान होती है। यहां ये प्राथमिक कण बहुत स्थायी संरचनाएं बनाते हैं। इसी कारण इनके नाभिक अधिक सरलता से संश्लिष्ट हो जाते हैं। सामान्यतः प्रकृति की प्रवृति यह होती है कि वह सबसे अधिक संभव स्थायी प्रणालियां बनाती रहती है। इनका संश्लेषण सरल होता है, परंतु ये नाभिकीय अभिक्रियाओं में स्वेच्छा से भाग नहीं लेतीं जिससे कि अधिक आवेश वाले नाभिक बन सकें। भारी किस्म वाले नाभिकों में प्रोटोनों की तुलना में न्यूट्रानों की संख्या अधिक होती है, अतः माध्यमिक और भारी द्रव्यमान वाले अपने अधिक स्थायित्व की डींग नहीं मार सकते। वे संयोग का ज्यादा लाभ उठाते हैं, परिवर्तन की ज्यादा प्रवृति रखते हैं, अतः

बहुत बड़ी मात्राओं में संचयित होने की क्षमता नहीं रखते हैं।

नाभिकीय रसायन के नियमानुसार नाभिकों का आवेश जितना उच्च होता है, उनका संश्लेषण उतना ही अधिक कठिन होता है, जिसके कारण वे कम संख्याओं में बनते हैं।

हमारी पृथ्वी की रासायनिक संरचना एक मूक प्रतिकृति जैसी है, जिसे तत्वों की उत्पति की प्रक्रिया को निर्धारित करने वाले नियमों की गतिकी का प्रतिबिंब कहा जा सकता है। वैज्ञानिकों को जब इन नियमों की पूर्ण जानकारी हो जायेगी, तब यह पता चल जायेगा कि विभिन्न तत्वों के बाहुल्य में इतना अधिक अंतर क्यों होता है।

इसी बीच सैद्धान्तिक भौतिकविद एक ऐसे निष्कर्ष पर पहुंचे हैं जो कल्पना से बाहर है। ऐसा लगता है कि परमाणुओं के नाभिक के स्थायित्व भिन्न होते हैं और इनमें से सबसे ज्यादा स्थायी लौह–56 का नाभिक होना चाहिये। कभी न कभी बाकी सारे नाभिक इस नाभिक में रूपांतरित हो जाने चाहियें।

हमारे विविध ब्रह्मांड की जगह एक अतिविशाल "लौह थक्का"...। यह बात एक विज्ञान-कथा की घटना सी लगती है।

झूठे सूर्यों के मार्ग पर

विज्ञान का इतिहास रासायनिक तत्वों की दो सूचियों से परिचित है। पहली सूची उन तत्वों की

है, जिन्होंने मेंडेलीफ की सारणी में अपनी जगह हमेशा के लिये घेर ली। उनकी खोज अशंकनीय है, चाहे वे प्रकृति में मिले हैं या चाहे कृत्रिम रूप से संश्लिष्ट किये गये हैं। इस सूची के अलावा एक और सूची है, जो पाठ्यपुस्तकों में नहीं मिल सकती। यह सूची अधिकांश वैज्ञानिकों की निगाहों से बची रहती है, परंतु रसायन के इतिहास का अध्ययन करने वाले वैज्ञानिक इससे परिचित होते हैं। यह त्रुटियों का एक भारी रजिस्टर है अर्थात् उन तत्वों की खोजें, जो बाद में झूठी साबित हुईं। ऐसी खोजों की संख्या रासायनिक तत्वों की सच्ची खोजों की संख्या से दुगुनी ज्यादा है। कोई भी विज्ञान ऐसा नहीं हो सकता, जिसके विकास में गलतफहमियां, त्रुटियां न हुई हों।

एक नये रासायनिक तत्व की खोज वैज्ञानिक के लिये गर्व की बात है। एक नये तत्व की खोज से अनुसंधाता अपने नाम का कीर्तिगान करता है, उसे इतिहास का एक अंग बना देता है। ऐसी खोज एक पूर्ण खोज होती है, इसे न तो सुधारा जा सकता है, न ही असत्य प्रमाणित किया जा सकता है, और न ही बढ़ाया जा सकता है। यह खोज सदा के लिये होती है।

जिन दिनों रसायन अभी एक यथार्थ विज्ञान नहीं बना था तथा इसके अनुसंधान की विधियां त्रुटिपूर्ण थीं, जब भौतिकी ने रासायनिक तत्वों के सार तथा उनके वर्गीकरण की प्रणाली – मेंडेलीफ की आवर्त

सारणी की व्याख्या नहीं दी थी, झूठी खोजों से बचना बड़ा मुश्किल काम था। ज्ञान की इस कमी से हर तरह की त्रुटियों और अटकलबाजियों का जन्म हुआ। इन त्रुटियों में अविवेचित त्रुटियां भी थीं, जब, उदाहरण के लिये, रासायनिक विश्लेषणों के परिणामों की गलत व्याख्या दी गयी और ऐसी त्रुटियां भी थीं जिनके रचयिता किसी भी तरह से इतिहास में अपना नाम करना चाहते थे...।

अजीब-अजीब तरह की घटनाएं घटीं: या तो "खोजकर्ताओं" ने खुद अपनी गलतियां मान लीं या उनके साथियों ने उनकी "खोजों" को झूठा साबित कर दिया। एक-आध बार पहली अप्रैल के दिन जैसे मजाक के ओछे काम भी हुए...। "मृत-जात" तत्वों को बड़े शानदार नाम दिये गये, जैसे, डिमोनियम, डमेरियम, कैरोलिनियम, डिनेबियम, ग्लाउकोडिमियम, इन्कोग्नीटियम, कास्मियम, नियो-कास्मियम...।

एक अंग्रेज़ फ्रीहैन्ड की याद आना स्वाभाविक है जिन्होंने मृत सागर के निर्जीव जल में 85 और 87 नंबर तत्वों के अवशेष ढूंढ़ने के लिये एक विशेष अभियान-दल आयोजित किया था। या अमरीकी एलीसन की, जिन्होंने, जब वैज्ञानिक इस पहेली के हल में व्यक्त थे कि पृथ्वी पर आयोडीन और सीजियम के भारी सदृशरूप क्यों नहीं मिलते हैं, अचानक हर जगह इन तत्वों की तलाश शुरू कर दी। उन्हें ये तत्व एक नयी विधि द्वारा सारे विलयनों और

खनिजों में मिले। यह विधि उन्होंने खुद ही ढूंढ़ी थी, परंतु यह त्रुटिपूर्ण साबित हुई। विश्लेषण से प्रयोगकर्ता की आंखें बहुत थक जाती थीं जिसकी वजह से उसे भ्रम हो जाता था।

महान वैज्ञानिक भी त्रुटियों से बच नहीं सके हैं। इतालवी वैज्ञानिक फेर्मी का विचार था कि यूरेनियम पर न्यूट्रानों की बमबारी कराने से तुरंत कई परायूरेनियम तत्व प्रकट हो जाते हैं। परंतु वास्तविकता में ये यूरेनियम के नाभिकों के विखंडित अंश थे—आवर्त सारणी के मध्य के तत्व।

यह कुख्यात गलत रास्ता हमारे दिनों में भी लोगों को भटका रहा है। 1957 में स्टाकहोल्म में वैज्ञानिकों के एक दल ने एक नया तत्व संश्लिष्ट किया, जिसका परमाणु क्रमांक 102 था। इसका नाम डायनेमाइड के खोजकर्ता के सम्मान में नोबेलियम रखा गया। सोवियत और अमरीकी अनुसंधानों ने इन परिणामों को असत्य साबित कर दिया। और अब वैज्ञानिक यह मजाक करते हैं कि नोबेलियम का सिर्फ चिन्ह "No" ही बाकी रह गया है हालांकि सोवियत संघ और अमरीका में अन्य विधियों द्वारा वास्तव में 102 वें तत्व के समस्थानिक प्राप्त किये गये हैं।

विज्ञान के इतिहास के आकाश में "झूठे सूरज" उगे हुए थे। इनमें से अधिकांश काफी तीव्रता के साथ चमक कर या तो तुरंत या कुछ समय बाद अस्त हो गये। परंतु कुछ, जो हमेशा के लिये बुझे लगते

थे, दशकों बाद फिर से एक नयी रोशनी के साथ चमकने लगे।

पिछली शताब्दी के नौवें दशक में विख्याल वैज्ञानिक विलियम क्रूक्स ने दावा किया कि उन्हें इट्रियम से अभी तक अज्ञात साधारण पदार्थों का एक झुण्ड अलग करने में सफलता मिल गयी है। उन्होंने इन पदार्थों का नाम रखने की कोई कोशिश ही नहीं की, केवल विभिन्न यूनानी अक्षरों द्वारा द्योतित कर दिया। चूंकि ये सारे तत्व गुणों के मामले में एक दूसरे के साथ काफी मिलते-जुलते थे, क्रूक्स ने इनका एक आम नाम "मेटा-तत्व" रख दिया। वैज्ञानिकों ने शीघ्र ही इन परिणामों का खंडन कर दिया और क्रूक्स ने खुद भी अपनी गलतियां स्वीकार कर लीं। विशेष बात यह थी कि क्रूक्स ने अपने "मेटा-तत्वों" को स्वतंत्र रासायनिक व्यष्टि कभी नहीं समझा, उन्हें किसी विशिष्ट तत्वों की विविधता माना। यह रासायनिक तत्वों की समस्थानिकता की प्रकृति का पूर्वाभास था, जिसे हमारी शताब्दी के प्रथम दशक के अंत में खोजा गया।

बीसवीं शताब्दी के तीसरे दशक में जर्मनी में रिचर्ड स्वीन ने (जो लातविया के नागरिक थे) ग्रीनलैंड की असीम हिमनदियों की कस्मिक धूल में परायूरेनियम तत्वों के नमूने ढूंढ़े। यह विवेकशून्य खोज नहीं थी। स्वीन को इस वैज्ञानिक परिकल्पना ने मार्ग दिखाया था कि अधिक परमाणु भारों वाले परायूरेनियम तत्वों का उन्नत स्थायित्व होना चाहिये

अर्थात् उनके विघटनाभिक स्तर ने ही उन्हें वर्तमान समय तक जीवित रहने योग्य बना दिया। स्वीन ने यह कह दिया कि उन्हें इनमें से एक तत्व नंबर 108 का एक्सरे स्पेक्ट्रम दिखायी दिया है। उस वक्त किसी ने भी उनकी इस बात पर ध्यान नहीं दिया। परंतु चालीस साल बाद स्वीन के विचार को पुनरूज्जीवित किया गया, परंतु एक नये दृष्टिकोण से। यह "सापेक्षिक स्थायित्व द्वीप" की परिकल्पना में रूपान्वित हुआ, जिसका वर्णन बाद में किया जायेगा। इस परिकल्पना ने रासायनिक तत्वों के अस्तित्व की सीमा निर्धारित करने के कार्य में अतिमहत्वपूर्ण भूमिका निभायी।

1877 में रूसी रसायनज्ञ सेर्गेई केर्न ने एक नये तत्व डेवियम की खोज की घोषणा की, जिसका नाम उन्होंने विख्यात अंग्रेज रसायनज्ञ हम्फ्री डेवी के सम्मान में रखा। इस खोज की पुष्टि नहीं हुई। कई वर्षों बाद इतिहासकार इस निष्कर्ष पर पहुंचे कि केर्न को प्राकृतिक खनिजों में शायद रीनियम के अवशेष मिले थे। रीनियम की वास्तविक खोज सन् 1927 में हुई।

इस प्रकार हम देखते हैं कि सारे "झूठे सूरज" वास्तव में झूठे नहीं निकले।

उपरोक्त तथ्यों से हम इस निष्कर्ष पर पहुंचते हैं कि विज्ञान के इतिहास की अवहेलना नहीं की जा सकती। इसमें रसायन के इतिहास से कुछ कम अप्रत्याशित तथ्य नहीं मिलते हैं। कभी-

कभी पुरानी, उपेक्षित चीजें भी नयी चीजों की तरह चमक सकती हैं।

एक सौ नौ तत्वों में से एक का भाग्य

एक रासायनिक तत्व के भाग्य के बारे में एक छोटी सी कहानी प्रसिद्ध है।

यह 92 नंबर खाने में रहता है और इसका नाम यूरेनियम है।

इस तत्व का नाम ही लेना काफी है। सारे युगों और सारे लोगों की दो महान वैज्ञानिक खोजें यूरेनियम के साथ संबंधित हैं। वे हैं – विघटनाभिकता की खोज और भारी नाभिकों के विखंडन की खोज। यूरेनियम ने मानव को नाभिकीय ऊर्जा के भंडारों की कुंजी सौंप दी है। उसकी सहायता से मनुष्य ने प्रकृति में अज्ञात तत्व उत्पन्न किये : परायूरेनियम तत्व, टैक्नीशियम और प्रोमिथीयम।

ऐतिहासिक दस्तावेजें बताती हैं कि यूरेनियम के जीवन की शुरूआत 24 सितंबर 1789 के दिन हुई।

रासायनिक तत्वों की खोज के इतिहास में सब तरह की घटनाओं के साथ वास्ता पड़ता है। कुछ उदाहरणों में किसी को भी तत्व के खोजकर्ता का नाम पता नहीं था। दूसरी ओर ऐसे तत्व भी हैं जिनके खोजकर्ताओं के नामों की बड़ी लंबी सूची है। परंतु यूरेनियम के "धर्मपिता" के बारे में

उपलब्ध जानकारी बिल्कुल पक्की है। वे बर्लिन के एक रसायनज्ञ मार्टिन क्लाप्रोथ थे जिनकी गिनती विश्लेषण रसायन के संस्थापकों में की जाती है। परंतु इतिहास ने क्लाप्रोथ के साथ शरारत की: मार्टिन क्लाप्रोथ के अलावा हमारे नायक के "कई और भी धर्मपिता" मिले।

पिचब्लैन्ड के साथ मनुष्य सदियों से परिचित चला आ रहा है और इसे जिंक और लोहे का एक अयस्क माना जाता रहा है। क्लाप्रोथ की तेज निगाहों ने इस अयस्क में एक अज्ञात धातु के मिश्रण की उपस्थिति की संभावना भांपी और शीघ्र ही उनकी यह बात सच सिद्ध हो गयी। उन्हें काले चूर्ण के रूप में एक नया तत्व प्राप्त हुआ, जिसमें धातु जैसी चमक थी। ग्रह यूरेनस, जिसकी खोज कुछ समय पहले अंग्रेज़ खगोलज्ञ हरशैल ने की थी, के सम्मान में इस तत्व का नाम यूरेनियम रखा गया।

इस घटना के बाद लगभग आधी शताब्दी तक किसी ने भी क्लाप्रोथ की खोज पर संदेह प्रकट नहीं किया। किसी में इतना साहस ही नहीं था कि वह यूरोप के प्रमुख विश्लेषण-रसायनज्ञ के कार्य को चुनौती दे सके। तत्व यूरेनियम रसायन की पाठ्य-पुस्तकों के पृष्ठों पर मार्च करता रहा।

1843 में फ्रेंच रसायनज्ञ यूजीन पेलीगोट ने इस उल्लसित मार्च की गति हलकी कर दी। उन्होंने यह सिद्ध किया कि क्लाप्रोथ का जिस चीज के साथ वास्ता पड़ा था, वह तत्व यूरेनियम न होकर केवल

यूरेनियम आक्साइड था। बाद में निष्पक्ष इतिहासकारों ने यह लिखा कि पेलीगोट को इस तत्व का दूसरा "धर्मपिता" माना जा सकता है।

परंतु इस नाम से यूरेनियम के "धर्मपिताओं" की सूची समाप्त नहीं हो गयी थी। इसके तीसरे धर्मपिता रूसी वैज्ञानिक मेंडेलीफ थे।

आरंभ में यूरेनियम आवर्त सारणी में ठीक जगह पर नहीं रखा जा सका। इसे तीसरे ग्रुप में कैडमियम और टिन के बीच जगह दी गयी, जहां अब इंडियम रहता है। यूरेनियम को यह जगह उसके परमाणु भार के आधार पर दी गयी, न कि गुणों के आधार पर। गुणों की दृष्टि से यूरेनियम इस जगह पर एक अजनबी जैसा लग रहा था।

मेंडेलीफ इस निष्कर्ष पर पहुंचे कि यूरेनियम का परमाणु भार गलत निश्चित किया गया है, यह दो गुना ज्यादा होना चाहिये। इस आधार पर यूरेनियम सारणी के VI ग्रुप में आ गया और इस श्रेणी के तत्वों का अंतिम सदस्य बन गया। इस प्रकार यूरेनियम ने तीसरी बार "जन्म" लिया।

प्रयोगकर्ताओं ने शीघ्र ही सिद्ध कर दिया कि मेंडेलीफ की बात सही थी।

यूरेनियम, तुम्हारा घर कहां है?

मेंडेलीफ की प्रणाली में ऐसे तत्व नहीं हैं जिनका कोई निश्चित स्थान न हो। उदाहरण के

लिये, हाइड्रोजन एक ऐसा तत्व है—सबसे पहला तत्व। अनुसंधाता अभी भी पूरी तरह से निश्चित नहीं कर पाये हैं कि तत्व नंबर 1 सारणी के प्रथम ग्रुप में रखा जाये या सातवें ग्रुप में...।

यूरेनियम पर भी उक्त बात लागू होती है।

परंतु क्या मेंडेलीफ ने इसका स्थान हमेशा के लिये निश्चित नहीं कर दिया था?

कई दशकों तक किसी ने भी यूरेनियम को आवर्त सारणी में छठे ग्रुप में (परिवार के सर्वाधिक भारी सदस्य के रूप में) रखने पर आपत्ति नहीं की। क्रोमियम, मालिब्डेनम और टंग्स्टन भी इसी ग्रुप में थे और इस तत्व की स्थिति काफी मजबूत लग रही थी।

परंतु समय बदला और यूरेनियम इस श्रेणी के तत्वों का अंतिम सदस्य नहीं रहा। मनुष्य द्वारा निर्मित परायूरेनियम तत्वों का एक पूरा "झुंड" इसके दायीं ओर खड़ा हो गया और उन सबको मेंडेलीफ की सारणी में जगह देनी थी। परायूरेनियम तत्वों को कौनसे ग्रुप में रखा जाये और कौनसे खाने दिये जायें? काफी वादविवाद के बाद बहुत सारे वैज्ञानिक इस निष्कर्ष पर पहुंचे कि वे सारे एक अकेले ग्रुप में और एक अकेले खाने में रखे जाने चाहियें।

यह फैसला आसमान से नहीं गिरा था। आवर्त सारणी में एक बार पहले भी ऐसी घटना घटी थी। लैन्थेनाइड, छठे आवर्त के 14 तत्व

इकट्ठे लैन्थेनम के साथ ग्रुप III के एक ही खाने में रखे गये थे।

भौतिकविदों ने बहुत पहले से ही यह भविष्यवाणी कर दी थी कि अगले आवर्त में ऐसी परिघटना घटेगी। उनका कहना था कि लैन्थेनाइडों से मिलते-जुलते तत्वों का एक परिवार सातवें आवर्त में होना चाहिये। इस परिवार का नाम ऐक्टिनाइड होगा क्योंकि यह ऐक्टिनियम के तुरंत बाद शुरू होगा, जो सारणी में लैन्थेनम के बिल्कुल नीचे स्थित है।

अतः सारे परायूरेनियम तत्व इस परिवार के सदस्य हैं। केवल वे ही नहीं, बल्कि यूरेनियम और इसके बायीं ओर स्थित पड़ोसी – प्रोटैक्टिनियम और थोरियम भी। इन सब तत्वों को छठे, पांचवें और चौथे ग्रुप में अपनी पुरानी तथा जानी-पहचानी जगह छोड़ कर तीसरे ग्रुप में जाना पड़ेगा।

काफी समय पहले मेंडेलीफ ने यूरेनियम को इस ग्रुप से बाहर निकाल दिया था। अब वह वहीं वापस आ गया था, परंतु इस बार "पूरे अधिकारों" के साथ। आपने देखा कि आवर्त सारणी के जीवन में कितनी विचित्र घटनाएं घट सकती हैं।

भौतिकविद इस परिवर्तन से सहमत थे, परंतु सारे रसायनज्ञ नहीं और इसकी कोई वजह थी। वह यह थी कि गुणों के मामले में यूरेनियम III ग्रुप के लिये उतना ही अजनबी है जितना मेंडेलीफ

के समय में था। थोरियम और प्रोटैक्टिनियम के लिये भी तीसरा ग्रुप उचित नहीं है।

यूरेनियम, तुम्हारा घर, तुम्हारी जगह कहां है? हम इस प्रश्न का उत्तर कुछ ठहर कर देंगे।

पुरातत्व विज्ञान की छोटी-छोटी कहानियां

मनुष्य ने लोहे को पहली बार कब इस्तेमाल किया? उत्तर स्वतःप्रमाणित लगता है: जब उसने लोहे को इसके अयस्कों से प्रगलित करना सीख लिया। इतिहासकारों ने इस महान घटना की तिथि तक निश्चित कर दी है – पृथ्वी पर "लौह युग" के आरंभ की तिथि।

परंतु लौह युग आदिम धातुकर्मियों द्वारा अपरिष्कृत भट्टियों में लोहे के पहले किलोग्राम प्राप्त करने से काफी पूर्व ही शुरू हो चुका था। विश्लेषण की शक्तिशाली विधियों से लैस रसायनज्ञ इस निष्कर्ष पर पहुंचे थे।

हमारे पूर्वजों द्वारा इस्तेमाल किये गये लोहे के पहले टुकड़े आकाश से गिरे थे। लौह उल्कापिंडों में लोहे के अलावा निकेल और कोबाल्ट भी हमेशा उपस्थित होते हैं। अब रसायनज्ञों ने लोहे के अति प्राचीन औजारों का विश्लेषण किया, तो उन्हें उनके अन्दर मेंडेलीफ की सारणी में लोहे के पड़ोसी – कोबाल्ट और निकेल मिले।

परंतु पृथ्वी के लौह अयस्कों में ये तत्व हमेशा नहीं मिलते हैं।

क्या यह निष्कर्ष अविवाद्य है? सौ प्रतिशत नहीं है...। प्राचीनता का अध्ययन एक बहुत कठिन कार्य है। परंतु यहां अप्रत्याशित बातों के साथ भेंट होने की बहुत संभावना है।

पुरातत्वज्ञों ने एक बार रसायन के इतिहासकारों को अचंभे में डाल दिया। यह घटना इस प्रकार की थी।

1912 में नेप्लस के पास प्राचीन रोमन साम्राज्य के खंडहरों की खुदाई के दौरान आक्सफोर्ड यूनिवर्सिटी के प्रोफेसर गुन्थर को कांच की पच्चीकारी के आश्चर्यजनक सुन्दर नमूने मिले। कांच का रंग दो हजार साल बीतने पर भी फीका नहीं पड़ा था।

गुन्थर ने प्राचीन रोमनों द्वारा प्रयुक्त रंगों की संरचना निश्चित करने के उद्देश्य से हलके हरे रंग के कांच के दो नमने इंगलैंड भेजे, जहां वे रसायनज्ञ मैक्ले के हाथ लग गये।

विश्लेषण के दौरान कोई अप्रत्याशित परिणाम सामने नहीं आये, हां डेढ़ प्रतिशत के लगभग अशुद्धि जरूर मिली। परंतु मैक्ले नहीं बता सके कि यह अशुद्धि क्या चीज़ थी।

संयोग ने इस प्रश्न का उत्तर दे दिया। किसी के दिमाग में यह बात आयी कि क्या अशुद्धि विघट-नाभिक तो नहीं है? वह व्यक्ति बड़ा भाग्यशाली

निकला क्योंकि अशुद्धि वास्तव में विघटनाभिक प्रकृति की निकली। परंतु यह गुण उसे किस तत्व ने दिया ?

रसायनज्ञों ने यह कहा कि अज्ञात अशुद्धि यूरेनियम आक्साइड है।

क्या यह एक खोज थी ? शायद ही। यूरेनियम लवण बहुत प्राचीन काल से कांच के रंजन में प्रयुक्त होते आ रहे थे। यह यूरेनियम के प्रथम व्यावहारिक उपयोगों में गिना जाता था। परंतु रोमन कांच में यूरेनियम स्पष्ट रूप से एक अशुद्धि था।

कुछ समय के लिये कहानी रुक जाती है। परंतु कुछ दशकों बाद अमरीकी पुरातत्वज्ञ और रसायनज्ञ कैली को इस तथ्य की जानकारी मिली।

विस्तृत अनुसंधानों, पुनरावृत्त विश्लेषणों तथा विभिन्न आंकड़ों की तुलना के बाद कैली इस निष्कर्ष पर पहुंचे कि प्राचीन रोमन कांच में यूरेनियम की उपस्थिति संयोग की बात न होकर एक नियम था। रोमन लोगों को यूरेनियम खनिजों की जानकारी थी और वे इन्हें व्यावहारिक कार्यों में, विशेषतया, कांच के रंजन में प्रयुक्त करते थे।

यूरेनियम की जीवन-गाथा शायद यहीं से शुरू होती है।

आवर्त नियम के "दर्पण"

मेंडेलीफ के आवर्त नियम में एक खास बात है और इसे परिमाणात्मक रूप में, अर्थात् गणित

के सूत्रों द्वारा व्यक्त नहीं किया जा सकता। भारी सूत्र भी यह काम नहीं कर सकते। यह नियम एक अविवाद्य तथ्य प्रमाणित करता है और वह यह कि तत्वों के परमाणु के आवेश की वृद्धि के साथ-साथ उनके रासायनिक गुणों की समय-समय पर पुनरावर्ति होती है। यह आवेश संख्यिक रूप से आवर्त सारणी में तत्व के परमाणु क्रमांक के बराबर होता है।

आवर्त नियम तत्वों की आवर्त सारणी में सजीव रूप में व्यक्त हुआ है। यही चीज इसे प्रकृति के अन्य मौलिक नियमों से अलग करती है। सच पूछिये तो आवर्त सारणी अद्वितीय है क्योंकि आवर्त की परिभाषा, जो इसकी वास्तुकला का मुख्य अवयव है, काफी अच्छी तरह से दी गयी है। आवर्त प्रणाली में प्रस्तावित रूपांतरों की संख्या विशाल है (और अभी भी नये नये प्रस्ताव आ रहे हैं)। इस संदर्भ में हम आपसे इस पुस्तक का पृष्ठ. 148-149. देखने का अनुरोध करेंगे। ये सारे रूपांतर मेंडेलीफ द्वारा खोजे नियम के एक किस्म से "दर्पण" हैं। प्रत्येक "दर्पण" की "परावर्तक क्षमताओं" का विश्लेषण रसायन के इतिहासकारों की किस्मत में लिखा है।

अभ्यास निश्चितता मांगता है। इसे आवर्त प्रणाली का वह रूप चाहिये, जिससे वैज्ञानिक की जरूरतें भी पूरी हो जायें, अध्यापक की भी और स्कूल के विद्यार्थी की भी, जो सब लोगों को आधुनिक रसायन की मुख्य बातें और रासायनिक तत्व के सर्वाधिक महत्वपूर्ण गुणों से परिचित करा दे।

एक ऐसा रूपांत रपृष्ठ 148, 149 पर दिया गया है।

आवर्त प्रणाली एक सजीव प्राणी की तरह है, जो लगातार परिवर्तित और विकसित होता रहता है। इसका काम केवल काफी दिनों से स्थापित तथ्यों को प्रतिबिम्बित करने तक ही सीमित नहीं है। रसायनज्ञों और भौतिकविदों के संयुक्त प्रयासों से ज्ञात तत्वों के नये गुणों के अध्ययन और नाभिकीय संश्लेषण के दौरान प्राप्त भारी परायूरेनियम तत्वों की रासायनिक प्रकृति के अध्ययन के परिणाम से जो भी नयी बात पता चलती है, आवर्त प्रणाली उसे अपना लेती है। जैसाकि हम बता चुके हैं कि पिछले कुछ दशकों में कई महान खोजें संपन्न हुई हैं। निस्संदेह आवर्त प्रणाली को ये सारी खोजें अपनानी चाहियें। अतः हम पाठकों के सामने आवर्त प्रणाली का एक और रूपांतर पेश कर रहे हैं (पष्ठ 150), जिसे अभी विस्तृत मान्यता नहीं मिली है। इसके बावजूद भी यह कुछ तत्वों के गुणों के बारे में नूतन तथ्य प्रतिबिम्बित करता है। इस प्रकार ऐक्टिनाइड अब सारणी के सबसे नीचे, लैन्थेनाइड के नीचे नहीं हैं, वे उनके पीछे खड़े हैं। पता चला है कि ऐक्टिनाइडों का रसायन बहुत ही ज्यादा विशिष्ट है और वे लैन्थेनाइडों के साथ उतनी समानता नहीं रखते जितनी कि पहले समझी जाती थी।

उत्कृष्ट गैसों हीलियम और निग्रान के लिये ज़ीरो ग्रुप छोड़ दिया गया। इन तत्वों के कम या ज्यादा स्थायी यौगिक शायद ही कभी प्राप्त हों।

MENDELEYEV'S PERIODIC

Periods	Rows	Groups of				
		I	II	III	IV	V
1	I	(H)				
2	II	Li 3 6.94$_1$ $2s^1$ 1 2 Lithium	Be 4 9.01218 $2s^2$ 2 2 Beryllium	5 B 10.81 3 2 $2p^1$ Boron	6 C 12.011 4 2 $2p^2$ Carbon	7 N 14.0067 5 2 $2p^3$ Nitrogen
3	III	Na 11 22.98977 $3s^1$ 1 8 2 Sodium	Mg 12 24.305 $3s^2$ 2 8 2 Magnesium	13 Al 26.98154 3 8 2 $3p^1$ Aluminium	14 Si 28.085$_5$ 4 8 2 $3p^2$ Silicon	15 P 30.97376 5 8 2 $3p^3$ Phosphorus
4	IV	K 19 39.098$_3$ $4s^1$ 1 8 8 2 Potassium	Ca 20 40.08 $4s^2$ 2 8 8 2 Calcium	Sc 21 44.9559 $3d^14s^2$ 2 9 8 2 Scandium	Ti 22 47.90 $3d^24s^2$ 2 10 8 2 Titanium	V 23 50.9415 $3d^34s^2$ 2 11 8 2 Vanadium
	V	29 Cu 63.54$_6$ 1 18 8 2 $3d^{10}4s^1$ Copper	30 Zn 65.38 2 18 8 2 $4s^2$ Zinc	31 Ga 69.72 3 18 8 2 $4p^1$ Gallium	32 Ge 72.5$_9$ 4 18 8 2 $4p^2$ Germanium	33 As 74.9216 5 18 8 2 $4p^3$ Arsenic
5	VI	Rb 37 85.467$_8$ $5s^1$ 1 8 18 8 2 Rubidium	Sr 38 87.62 $5s^2$ 2 8 18 8 2 Strontium	Y 39 88.9059 $4d^15s^2$ 2 9 18 8 2 Yttrium	Zr 40 91.22 $4d^25s^2$ 2 10 18 8 2 Zirconium	Nb 41 92.9064 $4d^45s^1$ 1 12 18 8 2 Niobium
	VII	47 Ag 107.868 1 18 18 8 2 $5s^1$ Silver	48 Cd 112.41 2 18 18 8 2 $5s^2$ Cadmium	49 In 114.82 3 18 18 8 2 $5p^1$ Indium	50 Sn 118.6$_9$ 4 18 18 8 2 $5p^2$ Tin	51 Sb 121.7$_5$ 5 18 18 8 2 $5p^3$ Antimony
6	VIII	Cs 55 132.9054 $6s^1$ 1 8 18 18 8 2 Cesium	Ba 56 137.33 $6s^2$ 2 8 18 18 8 2 Barium	La * 57 138.905$_5$ $5d^16s^2$ 2 9 18 18 8 2 Lanthanum	Hf 72 178.4$_9$ $5d^26s^2$ 2 10 32 18 8 2 Hafnium	Ta 73 180.947$_9$ $5d^36s^2$ 2 11 32 18 8 2 Tantalum
	IX	79 Au 196.9665 1 18 32 18 8 2 $5d^{10}6s^1$ Gold	80 Hg 200.5$_9$ 2 18 32 18 8 2 $6s^2$ Mercury	81 Tl 204.3$_7$ 3 18 32 18 8 2 $6p^1$ Thallium	82 Pb 207.2 4 18 32 18 8 2 $6p^2$ Lead	83 Bi 208.9804 5 18 32 18 8 2 $6p^3$ Bismuth
7	X	Fr 87 [223] $7s^1$ 1 8 18 32 18 8 2 Francium	Ra 88 226.0254 $7s^2$ 2 8 18 32 18 8 2 Radium	Ac ** 89 [227] $6d^17s^2$ 2 9 18 32 18 8 2 Actinium	Ku 104 [261] $6d^27s^2$ 2 10 32 32 18 8 2 Kurchatovium	105 $6d^37s^2$ 2 11 32 32 18 8 2

* LANTHANIDES

Ce 58 140.12 $4f^26s^2$ 2 8 20 18 8 2 Cerium	Pr 59 140.9077 $4f^36s^2$ 2 8 21 18 8 2 Praseodymium	Nd 60 144.2$_4$ $4f^46s^2$ 2 8 22 18 8 2 Neodymium	Pm 61 [145] $4f^56s^2$ 2 8 23 18 8 2 Promethium	Sm 62 150.4 $4f^66s^2$ 2 8 24 18 8 2 Samarium	Eu 63 151.96$_5$ $4f^76s^2$ 2 8 25 18 8 2 Europium	Gd 64 157.2$_5$ $4f^75d^16s^2$ 2 9 25 18 8 2 Gadolinium

** ACTINIDES

Th 90 232.0381 $6d^27s^2$ 2 10 18 32 18 8 2 Thorium	Pa 91 231.0359 $5f^26d^17s^2$ 2 9 20 32 18 8 2 Protactinium	U 92 238.02$_9$ $5f^36d^17s^2$ 2 9 21 32 18 8 2 Uranium	Np 93 237.0482 $5f^46d^17s^2$ 2 9 22 32 18 8 2 Neptunium	Pu 94 [244] $5f^67s^2$ 2 8 24 32 18 8 2 Plutonium	Am 95 [243] $5f^77s^2$ 2 8 25 32 18 8 2 Americium	Cm 96 [247] $5f^76d^17s^2$ 2 9 25 32 18 8 2 Curium

SYSTEM OF ELEMENTS

elements

	VII	VIII		
	1 **H** 1.0079 $1s^1$ Hydrogen			2 **He** 4.00280 $1s^2$ Helium
O 15.999₄ Oxygen	9 **F** 18.998403 $2p^5$ Fluorine			10 **Ne** 20.17₉ $2p^6$ Neon
S Sulphur	17 **Cl** 35.453 $3s^5$ Chlorine			18 **Ar** 39.94₈ $3p^6$ Argon
Cr 24	**Mn** 25 54.9380 $3d^5 4s^2$ Manganese	**Fe** 26 55.84₇ $3d^6 4s^2$ Iron	**Co** 27 58.9332 $3d^7 4s^2$ Cobalt	**Ni** 28 58.70 $3d^8 4s^2$ Nickel
34 **Se**	35 **Br** 79.904 $4p^5$ Bromine			36 **Kr** 83.80 $4p^6$ Krypton
Mo 42	**Tc** 43 98.9062 $4d^5 5s^2$ Technetium	**Ru** 44 101.07 $4d^7 5s^1$ Ruthenium	**Rh** 45 102.9055 $4d^8 5s^1$ Rhodium	**Pd** 46 106.4 $4d^{10} 5s^0$ Palladium
52 **Te**	53 **I** 126.9045 Iodine			54 **Xe** 131.30 $5p^6$ Xenon
W 74	**Re** 75 186.207 $5d^5 6s^2$ Rhenium	**Os** 76 190.2 $5d^6 6s^2$ Osmium	**Ir** 77 192.2₂ $5d^7 6s^2$ Iridium	**Pt** 78 195.0₉ $5d^9 6s^1$ Platinum
84 **Po**	85 **At** [210] $6p^5$ Astatine			86 **Rn** [222] $6p^6$ Radon

U 92 — Atomic number; 238.029 — Uranium; Distribution of electrons by levels

Atomic masses conform with the International Table of 1977. The accuracy of the last significant digit is ±1 or ±3 if it is set in small type. The numbers in brackets are the mass numbers of the most stable isotopes. The names and symbols of elements in parentheses are not generally adopted.

Dy 66	**Ho** 67 164.930₄ $4f^{11} 6s^2$ Holmium	**Er** 68 167.2₆ $4f^{12} 6s^2$ Erbium	**Tm** 69 168.9343 $4f^{13} 6s^2$ Thulium	**Yb** 70 173.0₄ $4f^{14} 6s^2$ Ytterbium	**Lu** 71 174.96₇ $5d^1 6s^2$ Lutetium
Cf 98	**Es** 99 [254] Einsteinium	**Fm** 100 [257] $5f^{12} 7s^2$ Fermium	**Md** 101 [258] $5f^{13} 7s^2$ Mendelevium	**(No)** 102 [255] $5f^{14} 7s^2$ (Nobelium)	**(Lr)** 103 [256] $6d^1 7s^2$ (Lawrencium)

ONE OF THE MODERN VERSIONS OF THE PERIODIC SYSTEM

Groups / Period	I (a, b)	II (a, b)	III (a, b)	IV (a, b)	V (a, b)	VI (a, b)	VII (a, b)	VIII (b, a)	0
1	1 H								2 He
2	3 Li	4 Be	5 B	6 C	7 N	8 O	9 F		10 Ne
3	11 Na	12 Mg	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
4	19 K 29 Cu	20 Ca 30 Zn	21 Sc 31 Ga	22 Ti 32 Ge	23 V 33 As	24 Cr 34 Se	25 Mn 35 Br	Fe Co Ni 26 27 28 36 Kr	
5	37 Rb 47 Ag	38 Sr 48 Cd	39 Y 49 In	40 Zr 50 Sn	41 Nb 51 Sb	42 Mo 52 Te	43 Tc 53 I	Ru Rh Pd 44 45 46 54 Xe	
6	55 Cs 79 Au	56 Ba 80 Hg	Σ Ln 57-71 81 Tl	72 Hf 82 Pb	73 Ta 83 Bi	74 W 84 Po	75 Re 85 At	Os Ir Pt 76 77 78 86 Rn	
7	87 Fr	88 Ra	Σ An 89-103	(90 Th) 104 Ku	(91 Pa) 105 Ns	(92 U) 106	107		

Σ Ln 57-71

						57 La
Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64
Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71

Lanthanum and lanthanides

Σ An 89-103

Ac 89	Th 90	Pa 91	U 92	Np 93	Pu 94	Am 95	Cm 96	Bk 97	Cf 98	Es 99	Fm 100	Md 101	(No) 102	(Lr) 103

Actinium and actinides

हाइड्रोजन, वह तत्व जिसे आवर्त प्रणाली के किसी भी विशेष ग्रुप के जिम्मे नहीं किया जा सकता, के अद्वितीय गुणों को प्रदर्शित करने के प्रयास भी किये गये।

रसायन के विकास के साथ बड़ी बिल्डिंग के अंदर कुछ तबदीलियां हो सकती हैं, परंतु महान मेंडेलीफ का बनाया ढांचा वैसे का वैसा ही रहेगा।

सीमा कहां है?

हम एक बार फिर दमित्री मेंडेलीफ के पैगम्बरी शब्द दोहराना चाहेंगे: "भविष्य आवर्त नियम को नष्ट नहीं करेगा, परंतु उसे विस्तृत और विकसित जरूर करेगा"।

साहित्य में कई बार इस विषय की चर्चा की गयी है कि बीसवीं शताब्दी ने मेंडेलीफ की शिक्षा में कौनसे "विस्तार" और कौनसे "विकास" लाये हैं। नये रासायनिक तत्वों की खोज ने इसे विशेष रूप मे "विस्तृत" किया है।

सन् 1934 में सारे विश्व ने मेंडेलीफ की 100 वीं जन्म-तिथि मनायी। इस समय तक हाइड्रोजन और यूरेनियम के बीच स्थित सारे तत्वों की ठीक संख्या ज्ञात हो चुकी थी। केवल कुछ की अभी खोज नहीं हुई थी।

यूरेनियम ऊपरी सीमा के कोने पर डट कर खड़ा था। किसी को यह आशा नहीं थी कि यूरेनियम से भारी तत्वों की खोज हो जायेगी।

छः साल बाद यह भ्रम तोड़ दिया गया। परायूरेनियम तत्वों का सफल संश्लेषण ग्रारंभ हो गया ग्रौर रासायनिक तत्वों की दुनिया की सीमाएं चौड़ी होने लगीं।

तब यह सांस्कारिक प्रश्न उठा: सीमा कहां है? नाभिकीय संश्लेषण द्वारा प्राप्त तत्व का ग्रंतिम परमाणु क्रमांक क्या होगा?

फिर भी हम इतने नियमनिष्ठ नहीं हैं। ग्रगर सच कहें, तो हमारी शताब्दी के तीसरे दशक में भी रसायनज्ञ ग्रौर भौतिकविद इस प्रश्न का उत्तर ढूंढ़ रहे थे कि सारणी का ग्रंतिम तत्व कौनसा है। ग्रौर इस सवाल का जवाब ढूंढ़ने का तरीका काफी ग्रजीब था।

सैद्धान्तिक भौतिकी के गंभीर लेखों के पृष्ठों पर नंबर 137 दिखायी देने लगा। ग्रौर एक प्रमुख वैज्ञानिक ने तो एक पुस्तिका तक छपवाने की हिम्मत कर डाली जिसका शीर्षक काफी ग्रजीब सा था: "जादूई नंबर 147"।

वास्तव में जादू ने मनुष्य के दिमाग को हमेशा मोहित किया है। ग्रनोखी बातें मनुष्य को ग्राकर्षित करती हैं। परंतु ग्रगर हमेशा नहीं, तो ग्रधिकांश स्थितियों में जादू रहस्य के साथ-साथ रहता है।

सैद्धान्तिक भौतिकी में रहस्यवाद के लिये कोई जगह नहीं है। वास्तविकता यह थी कि "जादूई" नंबर 137 भौतिकीय सिद्धांतों ग्रौर गणितीय गणनाग्रों का उत्पाद था।

K-कोश परमाणु के नाभिक के सबसे निकट होता है। इसमें केवल दो इलेक्ट्रान होते हैं। जैसे-जैसे नाभिकीय आवेश बढ़ता जाता है, कोश की त्रिज्या घटती जाती है। अतः यूरेनियम परमाणु में यह कोश, उदाहरण के लिये पोटेशियम के मुकाबले, नाभिक के ज्यादा समीप है। यूरेनियम का नाभिकीय आवेश 92 है। अगर यह इससे ज्यादा होता, तो क्या होता? कुछ साधारण गणनाओं के आधार पर सिद्धांतवादी इस निष्कर्ष पर पहुंचे हैं कि नाभिकीय आवेश के किसी निश्चित मान पर K-कोश का व्यास नाभिक के व्यास के बराबर हो जायेगा। इसके फलस्वरूप निम्न घटना घटेगी: इलेक्ट्रान नाभिक पर "गिरेगा" और नाभिक उसे "सटक जायेगा"। इसकी वजह से नाभिक के कुल धनात्मक आवेश में इकाई की कमी आ जायेगी। सिद्धांतवादियों ने दावा किया कि यह घटना तब घटेगी जब नाभिक का आवेश 137 होगा। इस सिद्धांत से यह स्पष्ट है कि 137 से ज्यादा परमाणु क्रमांक वाले तत्व नहीं हो सकते।

अगर यह बात वास्तव में सच होती तो रसायन का भविष्य कितना उज्जवल होता। इसका मतलब यह होता कि मेंडेलीफ की सारणी में 40 से ऊपर नये तत्वों की कमी है।

यह बात बड़ी अजीब सी लगती है कि अभी तक इनमें से एक भी तत्व की खोज नहीं हुई है। इसका कारण यह है कि नंबर 137 जादूई के मुका-

बले रहस्यमयी ज्यादा है। सिद्धांतवादियों ने गणना करते वक्त एक छोटी सी बात – विघटनाभिकता का ख्याल नहीं रखा, जिसके कारण प्रकृति में यूरेनियम से भारी तत्वों का अस्तित्व असंभव हो जाता है।

एक दर्जन से अधिक परायूरेनियम तत्वों के सफल संश्लेषण के बाद उक्त बात स्पष्ट हो गयी। इनमें से पहले तत्व नेप्ट्यूनियम का अर्धक्षय-काल इतना कम है कि पृथ्वी पर इसका मिलना असंभव है। परायूरेनियम तत्वों के नाभिकीय आवेश की वृद्धि के साथ-साथ उनके अर्धक्षय-काल तेजी से घटते जाते हैं।

और इस तथ्य से एक और सवाल जन्म लेता है: नाभिकीय आवेश का मान कितना होने पर एक नये तत्व का संश्लेषण असंभव होगा अर्थात् संश्लिष्ट नाभिक बनते ही तुरंत उसी क्षण नष्ट हो जायेगा?

"सापेक्षिक स्थायी द्वीप". परिकल्पना

सा० स्था० द्वी० सापेक्षिक स्थायी द्वीप... का संक्षिप्त रूप है। परंतु इसका मतलब क्या होता है? छठे दशक में वैज्ञानिकों को ज्ञात तत्वों की संख्या 100 से ऊपर पहुंच गयी, परमाणु क्रमांक तीन अंकों वाले हो गये। वैज्ञानिक बहुत खुश थे। परंतु गणनाओं ने यह बताया कि शीघ्र ही सीमा आ जायेगी। तत्वों की सूची 108 या 110 पर पहुंच कर खत्म हो जायेगी।

भारी परमाणुओं के नाभिकों का सबसे बड़ा शत्रु स्वतः विखंडन है। ऐसा लगता है जैसेकि उन्हें दो खंडों में विभाजित होने की "लालसा" होती है। नाभिक का आवेश जितना ज्यादा होता है, यह "लालसा" उतनी ही ज्यादा स्पष्ट होती है। नंबर 104 कुरचातोवियम का अर्धक्षय-काल केवल 3/10 सेकंड है। अतः प्रश्न "सीमा कहां है?" शीघ्र ही विषय-सूची में से निकाल दिया जायेगा।

इतिहास का अपना मार्ग होता है। ऐसे कई उदाहरण मिल सकते हैं जो यह बताते हैं कि किस प्रकार कुछ असाधारण विचारों ने घटनाओं का सारा क्रम सोचने की प्रणाली ही बदल डाली।

सा० स्था० द्वी० परिकल्पना एक ऐसा "सनकी" विचार था। इसने 1965 में जन्म लिया। इसका सार निम्न है: कुछ परायूरेनियम तत्व स्वतः विखंडन के "विरोधी" निकल सकते हैं, "सापेक्षिक रूप से स्थायी" हो सकते हैं। वे इस अवस्था तक स्थायी हो सकते हैं कि कोई व्यक्ति उन्हें संश्लिष्ट करने या प्रकृति में उनके अवशेषों को ढूंढ़ने का साहस कर सकता है।

सिद्धांत ने ऐसे द्वीपों के निर्देशांक दिये: वे तत्वों नंबर 110 और 114, 126 तथा 164 (!) के बाद स्थित होने चाहियें तथा अस्थायित्व के महासागर में "मजबूत भूमि के टुकड़े" थे।

इन सब बातों का मतलब यह था कि आवर्त सारणी की ऊपरी सीमा फिर अनिश्चित थी।

सा० स्था० द्वी० परिकल्पना ने भौतिकविदों को आशावादी बना दिया। अनुसंधाताओं ने बड़े उत्साह के साथ काम शुरू कर दिया। ऐसा लग रहा था जैसेकि सिद्धांत की सत्यता की पहली पुष्टि होने जा रही रही थी तथा पहले "द्वीप" पर नये तत्व का झंडा फहराया जाने वाला था। परंतु ऐसी कोई घटना नहीं घटी, हालांकि परिकल्पना के जन्म के बाद दो दशक बीत चुके थे।

"द्वीपवासियों" में सबसे हलके नंबर 110 114 के नाभिकीय संश्लेषण के दौरान कुछ तकनीकी कठिनाइयां सामने आयीं, जिन पर विजय प्राप्त करना बड़ा कठिन काम था। बहुत सारे प्रयोग किये गये, परंतु कोई भी यह नहीं बता सका कि कौनसे विशिष्ट नाभिक प्राप्त किये गये थे। ऐसे तत्वों की प्रकृति में प्राप्ति से काफी आशा लगायी गयी। समय-समय पर वैज्ञानिकों ने यह घोषणा की कि उन्हें खनिजों के नमूनों में कुछ अज्ञात भारी तत्वों के अवशेष मिले हैं। विघटनाभिकता के परीक्षणों से उनकी खोजों की पुष्टि हुई। परंतु कोई भी इतना भाग्यशाली नहीं था कि ऐसे तत्वों का जरा सा कण भी देख पाया हो। अतः इस निष्कर्ष पर पहुंचा गया कि ये खोजें झुठी थीं। यह इस बात का उदाहरण है कि "झूठे सूरजों के मार्ग" ने वैज्ञानिकों को कहां पहुंचा दिया।

वैज्ञानिकों की सा० स्थ० द्वी० परिकल्पना में रुचि धीरे-धीरे कम होती गयी।

हाल ही में संपन्न 108 और 109 नंबर तत्वों के संश्लेषण ने यह सिद्ध कर दिया है कि उनका जीवन-काल एक सेकेंड के हजारों हिस्से के बराबर है। वैज्ञानिकों ने छठे दशक के सिद्धांतों को लेखागार में भेजकर कहीं गलती तो नहीं की? हो सकता है कि विख्यात सीमा काफी पास है?

हो सकता है कि सा० स्थ० द्वी० परिकल्पना नाभिकीय भौतिकी के इतिहास में एक सैद्धान्तिक गलती की सुन्दर किवदंती बनी रहेगी। परंतु इसे पूर्णतया अस्वीकार करना अकालिक होगा। कई बार ऐसा हुआ है कि किसी सिद्धांत के प्रस्ताव के कई साल इसकी सत्यता साबित होकर काम शुरू हो जाता था। नकारात्मक परिणाम भी तो एक परिणाम है।

"कम्प्यूटर" रसायन

अगर "महातत्वों" के खोजकर्ताओं को आखिर में उनके संश्लेषण में सफलता मिल भी जाये, तो उनकी मात्रा फिर भी कुछ परमाणुओं तक ही सीमित रहेगी। शुरू में यह हाल होगा। और इससे एक नयी समस्या खड़ी हो जायेगी।

भौतिकविदों को नवजात नाभिकों और उनके द्रव्यमानों के विघटनाभिक गुणों के बारे में थोड़ी सी भी जानकारी मिलने पर काफी संतुष्टि होती है। परंतु रसायनज्ञों को? उन्हें मुख्यत: तत्वों के रासायनिक गुणों में दिलचस्पी होती है। इसके लिये इस बात

की थोड़ी जानकारी आवश्यक है कि इलेक्ट्रान परमाणुओं के बाह्य कोशों में अपने को किस तरह से सजाते हैं।

एक या दो दर्जन परमाणु प्रयोगों के लिये कम रहेंगे। परंतु इतिहास में कुछ ऐसे उदाहरण मिलते हैं जब रसायनज्ञों ने कुछ गिने चुने परमाणुओं के आधार पर तत्व के मुख्य रासायनिक गुण बता दिये। यह बात कुरचातोवियम और नील्सबोहरियम पर लागू होती है। परंतु यहां अनुसंधाता आवर्त प्रणाली द्वारा निदर्शित होकर यह अनुमान लगा सके थे कि 104 नं० तत्व हैफ्नियम जैसा होगा और 105 नंबर– टैन्टेलम जैसा। इस आधार पर उन्होंने एक प्रयोग किया जिसमें केवल कुछ दर्जन परमाणु लिये।

114, 110 और 126 न० के तत्व किन तत्वों जैसे होंगे? क्या आवर्त प्रणाली इस मामले में कोई मदद कर सकती है?

जैसाकि हम जानते हैं इसका सातवां आवर्त अधूरा है। पिछले आवर्त छठे की तरह इसमें भी 32 तत्व होने चाहियें। स्वष्ट है कि 110 नंबर तत्व प्लैटिनम जैसा होगा और 114 नंबर–लेड जैसा।

"स्पष्ट है" का मतलब "निश्चित रूप से" नहीं हो सकता।

आइये, एक बार फिर ऊपर दिये हुए उदाहरणों पर ध्यान देते हैं। जब वैज्ञानिकों ने ऐक्टिनाइडों के गुणों का विस्तारपूर्वक अध्ययन किया, उन्हें इस बात का विश्वास हो गया कि सातवें

आवर्त के तत्वों का यह ग्रुप तथा छठे आवर्त के लैन्थेनाइड एक दूसरे से काफी भिन्न रासायनिक जगतों के प्रतिनिधि थे। उनकी रासायनिक विशिष्टताएं पूर्णतया भिन्न थीं। लैन्थेनाइडों के नीचे ऐक्टिनाइडों की वर्तमान स्थिति, जो आवर्त प्रणाली के अधिकांश रूपान्तरों के लिये उभयनिष्ट है, अतीत को केवल एक श्रद्धांजलि है। यहां प्रत्याशित सादृश्य नहीं है।

इस तथ्य से रसायनज्ञ सावधान हो जाता है। क्या यह नहीं हो सकता कि सातवें आवर्त के अज्ञात तत्व भी सनकपन दिखायें? इस प्रश्न का उत्तर तुरन्त नहीं दिया जा सकता। इसके लिये बहुत सारी गणनाएं करनी पड़ेंगी, जिनमें भौतिकीय और गणितीय विधियां प्रयुक्त करनी पड़ेगी। इन गणनाओं में काफी मेहनत लगेगी। इन्हें हाथ के हाथ करना असंभव है।

इन स्थितियों में कम्प्यूटर काम आता है। कभी-कभी यह कुछ सेकंडों में परिणाम दे देता है और कभी-कभी इसे काफी "सोचना पड़ता है", जिसमें कई घंटे लग जाते हैं। परंतु अगर ये गणनाएं कलम से की जायें, तो कई साल लग जायेंगे। स्पष्ट है कि सालों की तुलना में कुछ घंटे नगण्य हैं।

सारे आवश्यक आंकड़े, जैसे परमाणु की संरचना के प्राचल, ज्ञात रासायनिक तत्वों के मुख्य गुण और उनके परिवर्तनों की नियमितताएं कम्प्यूटर में भरी गयीं। कम्प्यूटर को कई सारे परिकल्पित तत्वों के लिये इलेक्ट्रान विन्यास तैयार करना था तथा उनमें

से कुछ के सर्वाधिक महत्वपूर्ण गुणों का मूल्यांकन करना था। कम्प्यूटर के लिये यह काम काफी बड़ा था क्योंकि अनुसंधाताओं की रुचियां काफी विस्तृत थीं। वे आवर्त प्रणाली के इतने गहरे अध्ययन का इरादा किये बैठे थे कि देखने वाले व्यक्ति आश्चर्य में डूब जाते थे। यहां तक कि, 184 परमाणु क्रमांक वाले तत्व को भी कई अनुसंधान कार्य समर्पित किये गये!

परंतु यह बात अवास्तविक लगती है। चलिये, हम काम की बात करते हैं। देखें कि 114 नंबर के तत्व के बारे में क्या पूर्वानुमान लगाये गये? विचार था कि यह लेड जैसा लगेगा, परंतु इसके कुछ गुण लेड से भिन्न होंगे। सातवें आवर्त के अन्य परिकल्पित तत्वों पर भी यही बात लागू होती है: इनमें से अनुसंधाताओं को आश्चर्यचकित करने के लिये प्रत्येक के अपने अपने आशातीत गुण हैं। संक्षेप में ऐसा लगता है कि आवर्त सारणी के आरंभ से तत्व जितना दूर होता है, इसके गुण उतने ही ज्यादा असाधारण होते हैं। अतः तत्वों के सादृश्य की बात बातते हुए काफी सावधानी बरतनी चाहिये।

जब कम्प्यूटर ने आठवें आवर्त के तत्वों के बारे में भरे आंकड़ों के परिणाम दिये तो इस बार भौतिकविदों के आश्चर्यचकित होने की बारी आयी: इस आवर्त में और 50 तत्व होने चाहियें और यह 168 परमाणु क्रमांक वाली "अतिभारी" उत्कृष्ट गैस ("उत्कृष्ट द्रव" कहना और भी ज्यादा सही

रहेगा) पर समाप्त होना चाहिये। आवर्त प्रणाली की नियमितताओं और परमाणु की संरचना के आधार पर इस बात की आशा की जा सकती थी। परंतु कम्प्यूटर की राय कुछ और ही थी: वह तत्व नंबर 164 को आठवें आवर्त की ऊपरी सीमा मान रहा था। इससे पहले सिद्धांतवादियों ने आठवें आवर्त के परमाणुओं के इलेक्ट्रान विन्यासों की रचना को क्रमबद्ध करने की कोशिश कई बार की थी तथा उनके बीच कोई ज्यादा मतभेद भी नहीं थे। परंतु कम्प्यूटर द्वारा प्रस्तावित क्रम बिल्कुल ही अप्रत्याशित था। यह व्यवस्थित न होकर अव्यवस्थित ज्यादा था। यह पूरी तरह से अव्यवस्थित नहीं था: कुछ अन्य, अभी तक अज्ञात नियमों ने तत्वों की दुनिया के दूरवर्ती क्षेत्र में काम शुरू कर दिया। नियम, जो रहस्यमयी प्रकृति के थे।

रसायनज्ञ लोग निम्न निष्कर्ष पर पहुंचे। अगर उन काल्पनिक तत्वों का अस्तित्व एक वास्तविकता हो जाता, तो रसायनज्ञों को उन्हें आवर्त सारणी में उचित जगह देने में बड़ी मेहनत करनी पड़ती क्योंकि उन्हें अलाट करते समय बड़ी बिल्डिंग के अंदर लागू वास्तुशिल्पीय सिद्धांतों का पालन करना पड़ता: "कम्प्यूटर की राय" के अनुसार उनके गुणों की विशिष्टता यह होनी चाहिये थीं कि वे परमाणु क्रमांक की वृद्धि के साथ बदलने नहीं चाहिये थे। अगर ये तत्व एक वास्तविकता हो जाते तो आवर्तता की घटना की परिभाषा बदल दी गयी होती।

एक बार किसी वैज्ञानिक ने सैद्धांतिक रसायन को "कम्प्यूटर रसायन" कह कर पुकारा। अभी तक ये सैद्धांतिक गणनाएं कम्प्यूटर तकनीक की क्षमताओं का प्रदर्शन करती हुई अनुसंधाताओं की कल्पना को चिढ़ा रही हैं। परंतु अगर इन तत्वों का अतिस्त्व एक वास्तविकता बन जाये, तब कितना मजा आ जाये। सैंकड़ों, हजारों बेचैन अनुसंधाताओं के लिये अनोखे रासायनिक तत्वों तथा एक निराले रसायन की दुनिया के द्वार खुल जायेंगे।

इसके लिये सिर्फ इतना ही करना होगा कि ऐसे तत्वों का संश्लिष्ट करने के रास्ते ढूंढ़ लिये जायें। संशयवादी यह कह सकता है कि ये रास्ते कभी नहीं मिलेंगे क्योंकि चतुर प्रकृति जानती है कि उसे तत्वों की कुल कितनी मात्रा की जरूरत है। सारे "परायूरेनियम" तथा "महातत्व" केवल उत्पादन अवशेष हैं जिन्हें बहुत दिनों पहले निकाल दिया गया था। तो क्या इतना पैसा खर्च करके और इतनी मेहनत करके उन्हें पुनर्जीवित करना उचित है? किसी भी भारी परायूरेनियम तत्व का प्रत्येक परमाणु काफी कीमत रखता है।

संशयवादी मूलतः गलत है। अभी तक अज्ञात तत्वों के क्षेत्र में घुसने से भौतिक विश्व के बारे में हमारी जानकारी गहरी और विस्तृत होने की आशा है। कोई भी वैज्ञानिक उपलब्धि कठोर प्रयासों के बिना नहीं मिल पाती।

अब हमें बड़ी बिल्डिंग के निवासियों की कहा-

नियों की श्रृंखला समाप्त कर देनी चाहिये। थोड़ा सा सब्र कीजिये। हमें आपको कुछ और बातें भी बतानी हैं।

तत्वों का रजिस्टर

एक बार जब एक अजीब आदमी को नक्षत्रों के बारे में और उनकी संरचना के बारे में बताया गया और यह भी समझाया गया कि वे प्रकाश उत्सर्जित क्यों करते हैं, तो वह चिल्ला कर बोला: "यह सब तो मैं समझ गया। परंतु मैं यह जानना चाहता हूँ कि खगोलज्ञों ने विभिन्न नक्षत्रों के नाम कैसे खोजे।"

तारकीय तालिकाओं में लाखों खगोलीय पिंडों के नाम मिलते हैं। परंतु आप यह मत सोचिये कि "बीटेलजूज" या "सीरियस" जैसे सुंदर नाम सारे नक्षत्रों के लिये सोचे गये हैं। खगोलज्ञ नक्षत्रों को एक किस्म के कोड, अक्षरों व अंकों के एक संयोजन द्वारा द्योतित करना ज्यादा बेहतर समझते हैं। अगर वे ऐसा नहीं करें, तो बहुत गड़बड़ हो जायेगी। परंतु कोड की सहायता से विशेषज्ञ बड़ी आसानी से नक्षत्र का स्थान निर्धारित कर सकता है तथा इसके स्पेक्ट्रम की क्लास निश्चित कर सकता है।

नक्षत्रों की तुलना में रासायनिक तत्वों की संख्या काफी कम है। परंतु यहां भी उनके नाम में कई बार उनकी खोज की रोमांचक कथायें छिपी

होती हैं। और रसायनज्ञ, जिन्होंने एक नया तत्व खोजा," नवजात" का नाम ढूंढ़कर विरले ही घाटे में रहते थे।

तत्व के लिये ऐसा नाम सोचना जरूरी होता था जो कम से कम उसके गुणों का आंशिक प्रदर्शन तो करे। अगर चाहें तो आप इन्हें व्यवसायी नाम कह सकते हैं। उन्हें रोमानी नहीं कहा जा सकता। इन नामों के उदाहरण निम्न हैं—हाइड्रोजन (यूनानी भाषा में इसका अर्थ होता है "जल पैदा करने वाला"), आक्सीजन ("अम्ल पैदा करने वाला") और फास्फोरस ("प्रकाश देने वाला")। ये नाम इन तत्वों के महत्वपूर्ण गुण बताते हैं।

कुछ तत्वों के नाम सौर-परिवार के ग्रहों के नाम पर रखे गये: जैसे सिलिनियम और टैल्यूरियम (यूनानी भाषा में इनका अर्थ क्रमशः चंद्रमा और पृथ्वी होता है), यूरेनियम, नेप्टयूनियम और प्लूटोनियम।

अन्य नाम पौराणिक कथाओं से लिये गये हैं।

इनमें से एक नाम टैन्टेलम है। जीवस (यूनानी देवराज) का चहेता पुत्र टैन्टैलस को एक अपराध के कारण देवताओं ने बड़ी भयंकर सजा दी। उसे जल में इस तरह खड़ा होना पड़ा था कि उसकी गर्दन पानी तक जल में डूबी हुई थी और उसके सिर के ऊपर रसीले, खुशबूदार फलों की डालियां लटक रही थीं। परंतु जब भी वह अपनी प्यास बुझानी चाहता, पानी उसके मुंह के नीचे रह जाता और जब

भी वह अपनी भूख मिटाने के लिये फलों की ओर हाथ बढ़ाता, डालियां ऊपर उठ जातीं। रसायनज्ञों ने तत्व टैन्टेलम को इसके अयस्कों से अलग करने में जितनी तकलीफें उठायीं, उनकी तुलना भगवान जीवस के पुत्र के दुखों के साथ ही की जा सकती है...।

टाइटेनियम और वैनेडियम नाम भी यूनानी पौराणिक कथाओं से लिये गये हैं।

ऐसे तत्व भी हैं जिनके नाम विभिन्न देशों या महाद्वीपों के सम्मान में रखे गये, जैसे, जर्मेनियम, गैलियम (गैल – फ्रांस के प्राचीन नाम पर), पोलोनियम (पोलेंड), स्कैन्डियम (स्कैन्डेनेविया), फ्रेंमियम, रूथीनियम (लातीनी भाषा में रूस को रूथीनिया कहते हैं), यूरेनियम और अमेरिसियम। अन्य तत्वों के नाम शहरों पर रखे गये, जैसे, हैफ्नियम (कोपेनहैगन), ल्यूटेशियम (ल्यूटीया – पेरिस का लातीनी नाम), बर्केलियम (अमरीका के एक शहर बर्कली के सम्मान में), इट्रियम, टेर्बियम, अर्बियम और इटर्बियम (इटर्बी – स्वीडन के एक छोटे से कस्बे के नाम पर, जहां इन तत्वों के खनिज मिले)।

अंत में कुछ तत्वों के नाम महान वैज्ञानिकों के नामों को अमर करने के उद्देश्य से रखे गये: क्यूरियम, फेर्मियम, आइन्सटाइनियम, मेंडेलीवियम, लारेन्सियम, कुर्चातोवियम और नील्सबोहरियम।

प्राचीन काल के तत्वों के नामों की उत्पत्ति पर वैज्ञानिकों में अभी भी कुछ मतभेद हैं और अभी

तक कोई नहीं बता सकता कि सल्फर को सल्फर श्रौर लोहे को लोहा क्यों कहा जाता है।

श्रापने देख ही लिया है कि रासायनिक तत्वों के रजिस्टर में हमें कितनी विचित्र बातें देखने को मिलती हैं।

सांप, जिसके मुंह में अपनी दुम है।

रसायन विज्ञान का अभिप्राय

पृथ्वी पर लगभग सारी चीजें रासायनिक यौगिकों से, रासायनिक तत्वों के संयोजनों की विविधता से बनी हैं।

परंतु तत्वों की संख्या, जो पृथ्वी पर मूल पदार्थों के रूप में विद्यमान हैं, इतनी कम नहीं है। पृथ्वी का लगभग सारा वायुमंडल गैस नाइट्रोजन और आक्सीजन से बना है। इसमें आर्गान, निआन, हीलियम, क्रिप्टान, और जीनान के नगण्य मिश्रण भी उपस्थित हैं। आक्सीजन और नाइट्रोजन हमारे ग्रह पर बहुसंख्यक विभिन्न यौगिकों के अंश के रूप में भी मिलते हैं जबकि उत्कृष्ट गैसों का अभी तक एक भी प्राकृतिक यौगिक नहीं खोजा गया है। स्वर्ण, रजत, मर्करी और ताम्र भी पृथ्वी पर साधारण पदार्थ हैं। वे मनुष्य द्वारा अति प्राचीन काल में खोजे सर्वप्रथम तत्व थे। कार्बन कोयले और ग्रेफाइट के रूप में मिलता है, परंतु उसकी अधिकांश मात्रा सजीव प्राणियों का अंग है।

परंतु तब भी यौगिक पूर्ण चैम्पियन हैं।

बहुत समय पहले कस्मिक द्रव्य के थक्के में, जो अंत में हमारा ग्रह बन गया, लगभग 100 रासायनिक तत्वों के परमाणु उपस्थित थे। सैकड़ों, हजारों, लाखों साल बीत गये। परिस्थितियां बदल गयीं। परमाणुओं ने एक दूसरे के साथ अभिक्रिया की और प्रकृति की विशाल प्रयोगशाला चालू हो गयी। प्रकृति के विकास के लंबे प्रक्रम के दौरान रसायनज्ञों ने हर प्रकार के पदार्थ प्राप्त करने सीख लिये, साधारण जल के अणु से लेकर जटिलतम प्रोटोनों तक।

पृथ्वी के विकास तथा उस पर जीवन के विकास का श्रेय मुख्यतः रसायन को जाता है।

रासायनिक यौगिकों की विविधता का कारण ऐसी प्रक्रियाएं हैं जिन्हें रासायनिक अभिक्रियाएं कहते हैं। वे रसायन-विज्ञान की सच्ची आत्मा हैं, उसका मुख्य विषय हैं। दुनिया में एक सेकंड में जितनी रासायनिक अभिक्रियाएं घटती हैं, उनकी संख्या का लगभग अनुपात लगाना भी असंभव है।

उदाहरण के लिये, अगर एक व्यक्ति शब्द "सेकंड" का उच्चारण करता है, तो उसी क्षण में उसके मस्तिष्क में कई सारी रासायनिक प्रक्रियाएं घटती हैं। हम बोलते हैं, सोचते हैं, खुश होते हैं या गमगीन होते हैं, इन सारी क्रियाओं के साथ लाखों रासायनिक अभिक्रियाएं स्थान लेती हैं। हमें ये अभि-क्रियाएं कभी दिखाई नहीं देतीं, परंतु बहुत सारी

रासायनिक अभिक्रियाएं ऐसी हैं, जो हमें बिना किसी तैयारी के रोज दिखाई देती हैं, हम उनके बारे में सोचते तक नहीं हैं।

जब हम तेज चाय के एक कप में नीबूं की फांक डालते हैं, चाय का रंग पीला हो जाता है। जब हम माचिस की तीली जलाते हैं, लकड़ी की तीली ज्वाला दे कर चारकोल में बदल जाती है।

ये सारी रासायनिक अभिक्रियाएं हैं।

आदिम काल का वह पुरुष, जिसने आग जलानी सीखी, पहला रसायनज्ञ था। उसने इच्छानुसार पहली रासायनिक अभिक्रिया पूरी की – दहन की। और यह अभिक्रिया सबसे ज्यादा आवश्यक है, मानवजाति के सारे इतिहास में सर्वाधिक महत्वपूर्ण अभिक्रिया है।

इसकी सहायता से ठंड के दिनों हमारे दूर के पूर्वजों को अपने घर गर्म रखने के लिये ताप मिला। हमारे दिनों में उसकी सहायता से कई टन भारी राकेट आकाश में भेजकर हमारे लिये बाह्य अंतरिक्ष के द्वार खुल गये हैं। प्रोमिथियस के बारे में जिसने लोगों को अग्नि दी, प्रसिद्ध दंतकथा, प्रथम रासायनिक अभिक्रिया की दंतकथा भी रची गयी थी।

जब भी साधारण पदार्थ या यौगिक एक दूसरे के साथ अभिक्रिया करते हैं तो वे प्रायः हमें इसकी जानकारी दे देते हैं।

गंधक के अम्ल में जिंक का एक टुकड़ा डालिये। तुरन्त ही अम्ल में गैस के बुलबुले उठने शुरू हो

जायेंगे और कुछ समय बाद धातु अदृश्य हो जायेगी। जिंक हाइड्रोजन उत्सर्जित करते अम्ल में घुल जाता है। आप यह सारी घटना खुद अपनी आंखों से देख सकते हैं।

या सल्फर के एक ढेले को जलाइये। यह नीली ज्वाला के साथ जलता है और आपको सल्फर डाइ-आक्साइड – रासायनिक यौगिक, जो सल्फर और आक्सीजन के संयोजन से बनता है, की श्वासावरोधी गंध महसूस होगी।

निर्जल कापर सल्फेट $CuSO_4$ के सफेद पाउडर को जल से नम करते ही वह तुरंत नीले रंग का हो जाता है। लवण जल से मिलकर नीले थोथे $CuSO_4 \times 5H_2O$ के क्रिस्टल बनाता है। इस प्रकार के पदार्थों को क्रिस्टल हाइड्रेट कहते हैं।

क्या आप जानते हैं कि चूने की प्यास बुझाने का क्या परिणाम होता है? अनबुझे चूने पर पानी डालते हैं और परिणाम में बुझा चूना $Ca(OH)_2$ मिलता है। हालांकि पदार्थ का रंग नहीं बदलता, परंतु यह स्पष्ट दिखाई देता है कि एक अभिक्रिया घटी है क्योंकि जैसे ही अनबुझे चूने पर पानी डालते हैं, ऊर्जा बहुत बड़ी मात्रा में उत्सर्जित होती है।

सारी रासायनिक अभिक्रियाओं की मुख्य तथा निरपवाद शर्त यह है कि उनके साथ तापीय ऊर्जा उत्सर्जित या अवशोषित होती है। कभी-कभी तो इतनी ज्यादा ऊष्मा उत्सर्जित होती है कि उसे बड़ी आसानी से महसूस किया जा सकता है। जब

उत्सर्जित ऊष्मा की मात्रा बहुत कम होती है, माप के लिये विशेष विधियां प्रयुक्त की जाती हैं।

तड़ित तथा कछुए

विस्फोट बड़ी भयानक चीज है। भयानक है क्योंकि वह तत्काल, सेकंड के गिने-चुने अंशों में घटित हो जाता है।

परंतु विस्फोट है क्या चीज? यह एक साधारण रासायनिक अभिक्रिया है जिसके दौरान गैसों का बहुत बड़ी मात्रा में उत्सर्जन होता है। इस तत्काल घटने वाली रासायनिक प्रक्रिया का एक उदाहरण है, जैसे, बंदूक की गोली में बारूद का दहन या डाइनेमाइट का विस्फोट।

परंतु विस्फोट एक प्रकार से चरम सीमा है। अधिकांश अभिक्रियाओं के घटने में कुछ समय लगता है।

कई अभिक्रियाएं इतनी मंद गति से घटती हैं कि उनका पता चलाना बहुत मुश्किल काम हो जाता है।

कांच के एक पात्र में जल के अवयवों – दो गैसों – हाइड्रोजन और आक्सीजन – के मिश्रण की कल्पना कीजिये। वे बहुत लंबे अर्से तक आरंभिक अवस्था में बनी रह सकती हैं: एक महीने, एक साल, सैकड़ों सालों तक कांच पर जल की एक भी बूंद दिखायी नहीं देती है। आप सोच सकते हैं कि

हाइड्रोजन आक्सीजन के साथ बिल्कुल भी संयोजित नहीं होती है, परंतु वास्तविकता यह है कि दोनों गैसें संयोजित होती हैं परंतु बहुत ही मंद गति से। पात्र के पेंदे में जल की अवगम्य मात्रा के बनने में हजारों साल लग जायेंगे।

ऐसा क्यों है? तापमान के कारण। सामान्य ताप (15—20°C) पर हाइड्रोजन आक्सीजन के साथ बहुत मंद गति से अभिक्रिया करती है। परंतु अगर हम पात्र को गर्म करें, तो उसकी दीवारें नम होने लगती हैं और यह इस बात का पक्का संकेत है कि एक अभिक्रिया घट रही है। 550°C पर पात्र टूट जाता है और चारों ओर कांच के छोटे-छोटे टुकड़े बिखर जाते हैं। इसका कारण यह है कि उक्त तापमान पर हाइड्रोजन और आक्सीजन विस्फोट के साथ अभिक्रिया करती हैं।

मुक्त अवस्था में हाइड्रोजन और आक्सीजन H_2 और O_2 के अणुओं के रूप में रहती हैं। जल के अणु में परिवर्तित होने के लिये दोनों को आपस में टकराना चाहिये। जितनी अधिक बार वे एक दूसरे के साथ टकराती हैं, जल के अणु के बनने की उतनी ही ज्यादा संभावना रहती है। सामान्य ताप तथा दाब पर हाइड्रोजन का प्रत्येक अणु आक्सीजन के एक अणु के साथ 10 अरब से ज्यादा बार टकराता है। अगर हर ऐसी टक्कर के परिणामस्वरूप रासायनिक अन्योन्यक्रिया घटी, तो अभिक्रिया एक सेकंड के दस अरबवें हिस्से में विस्फोट से भी तीव्र गति से घटेगी।

परंतु हमें अपने पात्र में कोई परिवर्तन नहीं दिखायी देता है: न आज, न कल और न ही दस सालों में। सामान्य परिस्थितियों में रासायनिक अभिक्रिया में बहुत ही कम टक्करें होती हैं। परेशानी यह है कि हाइड्रोजन और आक्सीजन अणुओं के रूप में टकराती है।

टकराने से पहले इन अणुओं को परमाणुओं में खंडित होना पड़ता है। आक्सीजन परमाणुओं और हाइड्रोजन परमाणुओं के बीच इनके अणुओं में रासायनिक अनुबंध क्षीण किये जाने चाहिये। वे इस स्तर तक क्षीण किये जाने चाहियें कि असमान हाइड्रोजन और आक्सीजन परमाणु संयोजित न हो पायें। अब तापमान चाबुक का काम करता है और अभिक्रिया की गति तेज कर देता है। यह टक्करों की संख्या कई गुना ज्यादा कर देता है। यह अणुओं का कंपन तेज कर देता है जिससे उनके रासायनिक अनुबंध क्षीण हो जाते हैं। और जब हाइड्रोजन और आक्सीजन एक दूसरे के साथ परमाणु स्तर पर मिलती हैं, वे तुरंत अभिक्रिया कर जाती हैं।

जादूई अवरोध

आप निम्न कल्पना कीजिये।

आपने जैसे ही हाइड्रोजन आक्सीजन के साथ मिलायी, जल वाष्प बन गयी। जैसे ही लोहे की एक प्लेट वायु के संपर्क में लायी गयी, उसकी सतह

पर लाल जंग की तह जम गयी और कुछ मिनटों बाद ठोस चमकीली धातु एक पाउडर लौह आक्साइड में परिवर्तित हो गयी।

विश्व में सारी रासायनिक अभिक्रियाएं विस्मय-कारी गति से घटती हैं। सारे अणुओं की एक दूसरे के साथ अभिक्रिया उनमें उपस्थित ऊर्जा पर निर्भर नहीं करती है। दो अणुओं के बीच प्रत्येक टक्कर के परिणामस्वरूप उनका रासायनिक संयोजन स्थान लेता है।

पृथ्वी से सारी धातुएं लुप्त हो जायेंगी क्योंकि वे आक्सीकृत हो जायेंगी। कार्बनिक पदार्थ, जिनमें जीवित कोशिकाओं वाले पदार्थ भी शामिल हैं, साधारण परंतु अधिक स्थायी यौगिकों में परिवर्तित हो जायेंगे।

यह एक निराली दुनिया होगी, जीवनरहित दुनिया, रसायनरहित दुनिया, अत्यधिक स्थायी यौगिकों की अजीब दुनिया—उन यौगिकों की, जिनकी रासायनिक अभिक्रियाओं में भाग लेने में तनिक भी रुचि नहीं है।

सौभाग्यवश हमें ऐसे दुःस्वपन का कोई खतरा नहीं है। एक जादूई अवरोध इस "रासायनिक महा-विपत्ति" का रास्ता रोके खड़ा है।

इस अवरोध को सक्रियण ऊर्जा कहते हैं। अणु रासायनिक अभिक्रियाओं में तब तक भाग नहीं ले सकते, जब तक उनकी ऊर्जा सक्रियण ऊर्जा के बरा-बर या उससे अधिक नहीं हो जाती।

सामान्य तापमानों पर भी, उदाहरण के लिये हाइड्रोजन और आक्सीजन के अणुओं के बीच ऐसे अणु होंगे जिनकी ऊर्जाएं उनकी सक्रियण ऊर्जा के बराबर या उससे अधिक होगी। यही कारण है कि इन परिस्थितियों में जल बनता है। हां, यह बात जरूर है कि वह बहुत धीरे-धीरे बनता है। अभिक्रिया की गति मंद होती है क्योंकि पर्याप्त रूप से ऊर्जस्वी अणुओं की संख्या बहुत कम होती है। परंतु उच्च तापमान बहुत सारे अणुओं को सक्रियण अवरोध तक ले आता है और हाइड्रोजन और आक्सीजन के बीच रासायनिक अन्योन्यक्रिया के उदाहरणों की संख्या बहुत अधिक बढ़ जाती है।

संतुलन के बारे में कुछ शब्द

चिकित्साशास्त्र के अपने संकेताक्षर हैं जो प्राचीन काल से परिचित चले आ रहे हैं। आज कई देशों की सेनाओं के डाक्टर अपने कंधों पर ऐसा फीता लगाते हैं जिस पर प्याले के चारों ओर लिपटा एक सांप चित्रित होता है।

अब ऐसा ही एक संकेताक्षर रसायन में भी है। यह एक सांप है जिसके मुंह में उसकी दुम है।

प्राचीन काल के लोगों में तरह-तरह के रहस्य-मयी चिन्हों की भक्ति का प्रचलन था, जिनका मतलब समझना आज भी काफी मुश्किल काम है।

रहस्यमयी चिन्हों की बात अपनी जगह ठीक है, परंतु "रासायनिक सांप" का एक निश्चित अर्थ है। यह प्रतिवर्ती रासायनिक अभिक्रिया का प्रतीक है।

हाइड्रोजन के दो परमाणु और आक्सीजन का एक परमाणु संयोजित होकर जल बनाते हैं। इसी प्रकार जल का एक अणु अपने अवयवों में विभाजित हो जाता है। एक ही क्षण में दो प्रतिवर्ती अभिक्रियाएं घटती हैं: जल का बनना (अग्रवर्ती अभिक्रिया) और इसका विभाजन (प्रतिवर्ती अभिक्रिया)। एक रसायनज्ञ इन दो विरोधात्मक क्रियाओं को निम्न प्रकार से व्यक्त करेगा: $2H_2+O_2 \rightleftharpoons 2H_2O$ दायीं ओर निर्देशित तीर अग्रवर्ती अभिक्रिया दर्शाता है तथा बायीं ओर निर्देशित – प्रतिवर्ती अभिक्रिया।

मूलतः सभी रासायनिक अभिक्रियाएं बिना किसी अपवाद के प्रतिवर्ती होती हैं।

आरंभ में अग्रवर्ती अभिक्रिया प्रबल होती है। पैमाना जल के अणुओं के बनने की दिशा की ओर झुकता है। इसके बाद विपरीत अभिक्रिया तेज होनी शुरू हो जाती है। अंत में एक ऐसा क्षण आता है जब बने अणुओं की संख्या विभाजित अणुओं की संख्या के बराबर हो जाती है और दोनों अभिक्रियाएं – बायीं से दायीं ओर तथा दायीं से बायीं ओर एक समान चाल से घटती हैं।

एक वैज्ञानिक कहेगा कि संतुलन की अवस्था स्थापित कर ली गयी है। यह अवस्था प्रत्येक रासायनिक अभिक्रिया में स्थापित कर दी जाती है,

कभी-कभी तुरंत और कभी कुछ घंटों, दिनों या हफ्तों बाद।

अपनी प्रायोगिक सरगरमियों में रसायन दो उद्देश्यों का पालन करता है। पहला यह कि वह रासायनिक क्रिया को पूर्ण कराने का प्रयास करता है जिससे कि आरंभिक पदार्थ एक-दूसरे के साथ पूर्णतया अभिक्रिया कर जायें। दूसरा यह कि वह आवश्यक उत्पादों की अधिकतम मात्रा प्राप्त करने के लिये संघर्ष करता है। इन उद्देश्यों को पूरा करने के लिये रासायनिक संतुलन स्थगित कर दिया जाना चाहिये। अग्रवर्ती अभिक्रिया – हां, प्रतिवर्ती अभिक्रिया – नहीं।

और यहां रसायनज्ञ को एक गणितज्ञ बनना पड़ता है। वह दोनों मात्राओं के बीच प्राप्त पदार्थों की सान्द्रता और अभिक्रिया में भाग ले रहे आरंभिक पदार्थों की सान्द्रता के बीच अनुपात ज्ञात करता है।

यह अनुपात एक भिन्न होता है। भिन्न का अंश जितना अधिक और हर जितना कम होता है, भिन्न उतना ही बड़ा होता है।

अगर अग्रवर्ती अभिक्रिया प्रबल है, तो समय के अनुसार उत्पादों की मात्रा आरंभिक पदार्थों की मात्रा से अधिक होगा और परिणाम में एक अनियमित भिन्न प्राप्त होगा। विपरीत अवस्था में भिन्न नियमित होगा।

रसायनज्ञ इस भिन्न के मान को अभिक्रिया का संतुलन स्थिरांक कहता है और इसे K द्वारा द्योतित

करता है। अगर वह यह चाहता है कि अभिक्रिया के परिणामस्वरूप उत्पाद की अधिकतम मात्रा प्राप्त हो, तो उसे सबसे पहले विभिन्न तापमानों के लिये K की मात्राओं की गणना करनी चाहिये।

उदाहरण के लिये, अमोनिया के संश्लेषण के लिये सर्वाधिक अनुकूल परिस्थितियां तब होंगी, जब तापमान न्यूनतम होगा और दाब अधिकतम होगा। रासायनिक अभिक्रियाओं के राज्य में क्रियाशील एक अन्य नियम का यह अधिकार क्षेत्र है।

इस नियम को इसके खोजकर्ता, फ्रेंच वैज्ञानिक ला-शातैलिए के नाम पर ला-शातैलिए नियम कहते हैं।

आप एक ऐसे स्प्रिंग की कल्पना करें जिसे एक अटल आधार के बीच बनाया गया है। अगर इसे न तो दबाया जाये और न ही खींचा जाये, तो इसे संतुलन की अवस्था में स्थित माना जा सकता है। परंतु अगर इसे दबाया या खींचा जाये, तो यह संतुलन की अवस्था से बाहर आ जाता है। साथ ही साथ इसके प्रत्यास्थ बल, जो स्प्रिंग के दबाने या खींचने का प्रतिरोध करते हैं, बढ़ने शुरू हो जाते हैं। अंत में एक ऐसा क्षण आ जाता है, जब दोनों बल एक दूसरे को संतुलित करते हैं। स्प्रिंग एक बार फिर से संतुलन की अवस्था में आ जाता है, परंतु यह अवस्था वह नहीं होती, जो आरंभ में थी। इसका नया संतुलन दबाने या खींचने की ओर विस्थापित है।

खींचे स्प्रिंग के संतुलन की अवस्था में परिवर्तन ला-शातैलिए नियम की प्रक्रिया का सादृश्य (हालांकि काफी अपरिष्कृत) है। यह रसायन में निम्न प्रकार से प्रतिपादित किया गया है। मान लेते हैं कि कोई बाह्य बल संतुलन में स्थित किसी प्रणाली पर कार्य कर रहा है। संतुलन बाह्य बल द्वारा निदर्शित दिशा में स्थानान्तरित हो जायेगा। यह तब तक स्थानान्तरित होता रहेगा, जब तक कि प्रतिक्रिया-शील बल बाह्य बलों के बराबर नहीं हो जायेंगे। अमोनिया के संश्लेषण $N_2+3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ पर एक निगाह डालिये। समीकरण दर्शाता है कि गैसों के चार आयतन (हाइड्रोजन के तीन आयतन और नाइड्रोजन का एक आयतन) गैस अमोनिया ($2NH_3$) के दो आयतन देते हैं। दाब बढ़ाने से आयतन घटने लगता है। इस स्थिति में प्रभाव अनुकूल रहता है। "स्प्रिंग" दबाया जा रहा है। अभिक्रिया मुख्यतः बायीं ओर से दायीं ओर घटती है: $N_2+3H_2 \rightarrow 2NH_3$ तथा अमोनिया का उत्पादन बढ़ जाता है।

अमोनिया के संश्लेषण के दौरान ताप का उत्सर्जन होता है। अगर हम मिश्रण को गर्म करें, तो अभिक्रिया दायीं से बायीं ओर घटेगी क्योंकि गर्म करने से गैसों का आयतन बढ़ जाता है और अभि-कारकों ($3H_2$ व N_2) का आयतन परिणाम ($2NH_3$) के आयतन से अधिक है। अतः प्रतिवर्ती अभिक्रिया अग्रवर्ती से प्रबल होगी। "स्प्रिंग" खिंच जायेगा।

दोनों प्रभावों के फलस्वरूप संतुलन की एक नयी अवस्था स्थान लेगी, परंतु पहली स्थिति में यह अमोनिया के उत्पाद की वृद्धि का संकट होता है जबकि दूसरी स्थिति में उत्पाद बड़ी तेजी से घटने लगेगा।

कछुआ तड़ित कैसे बन सकता है तथा इसके विपरीत

डेढ़ सौ साल पहले एक रसायनज्ञ ने अतिसावधानी से एक प्लैटिनम तार एक पात्र में घुसाया जिसके अंदर हाइड्रोजन और आक्सीजन का मिश्रण भरा था।

परिणाम बहुत अद्वितीय था। पात्र कोहरे से अर्थात जल वाष्प से भर गया। तापमान में कोई परिवर्तन नहीं आया और न ही दाब के साथ ऐसी कोई बात हुई, परंतु हाइड्रोजन और आक्सीजन के बीच अभिक्रिया कुछ सेंकडों में घट गयी। वही अभिक्रिया, जो वैज्ञानिकों की गणनानुसार हजारों सालों में घटनी चाहिये थी।

बात यहीं खत्म नहीं हुई। जिस प्लैटिनम तार ने दोनों गैसों को तत्काल संयोजित कर दिया था, उसमें किसी तरह का भी परिवर्तन नहीं आया था। इसका रूप, रासायनिक संरचना तथा भार उतने ही थे जितने प्रयोग से पहले थे।

यह वैज्ञानिक जादूगर नहीं तो और कौन था, जो कुतूहली जनता को खुश करने के लिये तरह-

तरह के तमाशे दिखाता है। यह एक गंभीर अनुसंधाता था—जर्मन रसायनज्ञ डोबेरेनर। इस वैज्ञानिक द्वारा अवलोकित घटना को अब उत्प्रेरण कहते हैं। जो पदार्थ "कछुओं को तड़ित जैसी चाल में चलने" की क्षमता प्रदान करते हैं, उन्हें उत्प्रेरक कहते हैं। वे धातुओं (ठोस या पाउडर), विभिन्न किस्म के तत्वों के आक्साइडों, लवणों या क्षारों के रूप में हो सकते हैं। उन्हें पृथक पदार्थों के रूप में भी प्रयुक्त किया जा सकता है और मिश्रणों के रूप में भी।

उत्प्रेरक के बिना अमोनिया का संश्लेषण बहुत मंद गति से होता है, चाहे हम दाब और ताप कितना भी बदल दें। परंतु उत्प्रेरक की उपस्थिति में बात कुछ और हो जाती है। साधारण धात्विक लोहा, जिसमें ऐलुमिनियम और पोटेशियम आक्साइड मिले हों, अभिक्रिया को काफी तीव्र कर देता है।

बीसवीं शताब्दी के रसायन के अभूतपूर्व विकास का श्रेय उत्प्रेरकों के प्रयोग को मिलता है। इनका महत्व यहीं तक ही सीमित नहीं है। जानवरों और वनस्पतियों के अंदर विभिन्न अत्यावश्यक प्रक्रियाएं भी विशेष उत्प्रेरकों की उपस्थिति के कारण घटती हैं, जिन्हें एन्जाइम कहते हैं। सभी सजीव और निर्जीव प्रकृति का रसायन इन अद्भुत त्वरित्रों का खेल है।

परंतु अगर हम प्लैटिनम की जगह ताम्र, ऐलुमिनियम या लोहे का तार लें, तब क्या होगा?

क्या पात्र की दीवारों पर फिर से कोहरा छा जायेगा? जी, नहीं। हाइड्रोजन और आक्सीजन संयोजित होने में वैसी जरा सी भी रुचि नहीं दिखातीं, जैसेकि जादूई प्लैटिनम की उपस्थिति में दिखा रही थीं।

प्रत्येक पदार्थ किसी विशेष प्रक्रिया को त्वरित नहीं कर सकता। इसी कारण रसायनज्ञों का कहना है कि उत्प्रेरक अपनी प्रक्रिया, अपने कामों के मामले में वरणशील होते हैं: वे किसी अभिक्रिया पर बहुत प्रबल प्रभाव डाल सकते हैं, परंतु अन्य पर उनका कोई असर नहीं होता। हां, इसमें कुछ अपवाद जरूर हो सकते हैं। उदाहरण के लिये, ऐलुमिनियम आक्साइड, कार्बनिक और अकार्बनिक दोनों तरह के यौगिकों की कई दर्जन विभिन्न संश्लेषण अभिक्रियाओं को उत्प्रेरित करने की क्षमता रखता है। अंत में विभिन्न उत्प्रेरक एक जैसे पदार्थों के मिश्रण की अभिक्रिया के अलग-अलग परिणाम दिला सकते हैं अर्थात विभिन्न उत्पाद बना सकते हैं।

उत्प्रेरकों के अलावा कुछ और पदार्थों में भी बहुत आश्चर्यजनक गुण होते हैं, जिन्हें वर्धक कहते हैं। वे खुद न अभिक्रिया की चाल तेज करते हैं और न ही मंद करते हैं। परंतु अगर उन्हें उत्प्रेरक में मिला दें, तो वे उत्प्रेरक के मुकाबले अभिक्रिया की चाल काफी ज्यादा तीव्र कर देते हैं। हाइड्रोजन और आक्सीजन के बीच अभिक्रिया में लोहे, ऐलुमिनियम या सिलिकन आक्साइड की "अशुद्धियों" वाला

प्लैटिनम तार और भी ज्यादा उत्प्रेरक प्रभाव उत्पन्न करेगा।

एक और किस्म का उत्प्रेरण भी होता है--अंतः बाह्य उत्प्रेरण। प्रतिउत्प्रेरण और प्रतिउत्प्रेरक होते हैं। वैज्ञानिक इन्हें निरोधक या संदमक कहते हैं। इनका कार्य तीव्र रासायनिक अभिक्रियाओं को मंद करना है।

शृंखला अभिक्रियाएं

कल्पना करते हैं कि हमारे पास कांच के एक फ्लास्क में दो गैसों--क्लोरीन और हाइड्रोजन का मिश्रण है। सामान्य परिस्थितियों में ये गैसें बहुत मंद गति से अभिक्रिया करती हैं। परंतु अगर आप फ्लास्क के पास मैग्नीशियम की एक पट्टी जलायें, तो तुरंत एक विस्फोट होगा (जो कोई भी इस प्रयोग को करने का प्रयास करना चाहे, उसे फ्लास्क को मोटे तार के बने टोप से जरूर ढक देना चाहिये)।

क्लोरीन और हाइड्रोजन तीव्र प्रकाश के प्रभाव-स्वरूप क्यों विस्फोटित होती हैं?

इसका उत्तर यह है कि इस प्रक्रिया में शृंखला अभिक्रिया घटती है। अगर हम फ्लास्क को 700°C तक गर्म करें, तो वह भी विस्फोटित हो जायेगा: क्लोरीन और हाइड्रोजन तुरंत सेकंड के एक अंश में संयोजित हो जायेंगी। इस परिणाम से हम

ताज्जुब में नहीं पड़ेंगे क्योंकि हम जानते हैं कि ताप अणुओं की सक्रियण ऊर्जा बढ़ा देता है। परंतु उक्त प्रयोग में तापमान परिवर्तित नहीं हुआ। यह अभि-क्रिया प्रकाश के कारण घटी।

क्वान्टम, प्रकाश के सूक्ष्मतम अंश ऊर्जा की विशाल मात्रा के वाहक होते हैं। यह ऊर्जा अणुओं को सक्रिय करने के लिये आवश्यक ऊर्जा से काफी अधिक होती है। जब एक क्लोरीन अणु प्रकाश क्वा-न्टम के मार्ग में आ जाता है, तो क्वान्टम इसे परमाणुओं में विभाजित करके अपनी ऊर्जा उन्हें देता है।

अब क्लोरीन परमाणु उत्तेजित, ऊर्जा से समृद्ध अवस्था में हैं। ये परमाणु हाइड्रोजन अणुओं को भी परमाणुओं में विभाजित कर देते हैं। अंतिम में से एक क्लोरीन के एक परमाणु के साथ संयोजित हो जाता है और दूसरा मुक्त रहता है। परंतु यह उत्तेजित है। इसे अपनी ऊर्जा का कुछ भाग दान करने की लालसा होती है। किसे? क्लोरीन अणु को क्यों? और जब यह एक अणु के साथ टकराता है, तो यहां शान्त क्लोरीन अणु का अंत हो जाता है।

अब एक बार फिर एक सक्रिय क्लोरीन परमाणु स्वच्छन्द है, परंतु इसे अपनी ऊर्जा से छुट-कारा पाने में ज्यादा समय नहीं लगता है।

इस प्रकार हमें अभिक्रियाओं की एक लंबी क्रमागत शृंखला मिलती है।

जैसे ही अभिक्रिया आरंभ होती है, अभिक्रिया के फलस्वरूप उत्सर्जित ऊर्जा द्वारा अधिकाधिक अणु सक्रिय कर दिये जाते हैं। अभिक्रिया की चाल पहाड़ में लुढ़कते हिमधाव की तरह बढ़ती है। जैसे ही हिमधाव घाटी में पहुँचता है, वह मृतक हो जाता है। शृंखला अभिक्रिया तब मृतक होती है, जब यह सारे अणुओं को पकड़ लेती है, जब हाइड्रोजन और क्लोरीन के सारे अणु अभिक्रिया कर चुके होते हैं।

रसायनज्ञों को बहुत सारी शृंखला अभिक्रियाओं का ज्ञान है। एक विख्यात वैज्ञानिक निकोलाई सिम्योनोव ने इन अभिक्रियाओं का विस्तारपूर्वक अध्ययन किया है। भौतिकविद भी शृंखला अभिक्रियाओं के साथ परिचित हैं। न्यूट्रानों द्वारा यूरेनियम नाभिकों का विखंडन भौतिकीय शृंखला अभिक्रिया का एक उदाहरण है।

रसायन ने विद्युत के साथ दोस्ती कैसे की?

पहली नजर से देखने पर एक सम्मानित व्यक्ति द्वारा ऐसा काम करना बड़ा अजीब सा लगता था।

सबसे पहले उसने धातु की छोटी-छोटी चकतियां बनायीं। दर्जनों चकतियां, ताम्र की और जिंक की। इसके बाद उसने कई स्पंजों को गोल कतलों में काटा और उन्हें नमकीन जल में भिगो दिया। इसके बाद उसने टुकड़ों को एक दूसरे के ऊपर रखना शुरू कर

दिया, जैसे एक बच्चा पिरामिड बनाता है, परंतु वह उन्हें एक निश्चित क्रम से रख रहा था: ताम्र की एक चकती, स्पंज का एक कतला, जिंक की एक चकती। और यह क्रम उसने कई बार दोहराया, जब तक चट्टा गिरना नहीं शुरू हुआ।

जैसे ही उस व्यक्ति ने अपनी इमारत का ऊपरी हिस्सा गीली उंगली से छुआ, उसने अपना हाथ तुरंत झटके से दूर हटा दिया: उसे बिजली का झटका लगा था।

सन् 1800 में प्रसिद्ध इतालवी भौतिकविद अलैसान्द्रो वोल्टा ने गैल्वैनी सेल – विद्युत के रासायनिक स्रोत की खोज इस प्रकार की। "वोल्टा कॉलम" में रासायनिक अभिक्रियाओं के फलस्वरूप विद्युत उत्पन्न हुई।

इस प्रकार विज्ञान की एक नयी शाखा – विद्युत-रसायन का जन्म हुआ।

वैज्ञानिकों ने एक उपकरण उपार्जित किया, जिसकी सहायता से वे काफी लंबे समय तक विद्युत उत्पन्न कर सकते थे। विद्युत तब तक प्रवाहित होती रहेगी, जब तक "वोल्टा कॉलम" में रासायनिक प्रक्रिया बंद नहीं हो जायेगी।

विभिन्न पदार्थों पर विद्युत के प्रभाव का अध्ययन एक अतिरोचक काम साबित हुआ।

दो अंग्रेज़ों, एक डाक्टर कार्लीस्ले और एक इजीनियर निकलसन ने जल से काम शुरू करने का फैसला किया। उस वक्त तक रसायनज्ञों को यह पता

चल गया था कि जल हाइड्रोजन और आक्सीजन से बना है। परंतु वे इस बात को सिद्ध नहीं कर पाये थे।

कार्लीस्ले और निकलसन ने एक विद्युत बैटरी ली, जिसमें 17 वोल्टा सेल लगे थे। यह काफी शक्तिशाली विद्युत धारा दे रही थी। और जल बड़ी शक्ति के साथ दो गैसों – हाइड्रोजन और आक्सीजन में विभाजित होने लगा, अन्य शब्दों में विद्युत-अपघटन होने लगा। विद्युत द्वारा पदार्थों के विखंडन की प्रक्रिया को हम इसी नाम से पुकारते हैं।

दुश्मन नंबर एक

सैकड़ों, हजारों वात्या भट्टियां दुनिया के हर कोने में इस्पात और लोहा उत्पन्न करती हैं। विभिन्न देशों के अर्थशास्त्री बड़ी सावधानी के साथ गणना करते हैं कि इस साल कितने लाख टन धातु प्राप्त की गयी और अनुमान लगाते हैं कि अगले साल कितनी धातु प्रगलित की जायेगी।

और यही अर्थशास्त्री हमें विस्मयकारक तथ्य की सूचना देते हैं कि हर आठवीं वात्या भट्टी किसी भी तरह की धातु नहीं देती अर्थात वह बेकार सिद्ध होती है। हर वर्ष धातु का लगभग 12% हिस्सा मनुष्य के हाथ से निकल जाता है, वह एक बेरहम दुश्मन का शिकार बन जाता है...।

इस दुश्मन का नाम जंग (संक्षारण) है।

विज्ञान की भाषा में इसे धात्विक संक्षारण कहते हैं। यह केवल लोहे और इस्पात को ही नहीं बल्कि अलौह धातुओं – ताम्र, टिन और जिंक को भी नष्ट करता है।

संक्षारण का अर्थ है – धातुओं का उपचयन (आक्सीकरण)। अधिकांश धातुएं मुक्त अवस्था में बहुत स्थायी नहीं होतीं। वायु में रखने पर धातु की चमकीली सतह पर कुछ समय बाद अशुभ विविध रंगों के आक्साइड पैटर्नों की तह जम जाते हैं।

धातुएं और ऐलाय उपचयित होने पर अपने बहुत सारे महत्वपूर्ण गुण खो देते हैं। वे क्षीण और कम तन्य हो जाते हैं तथा उनकी तापीय और विद्युत सुचालकताएं कम हो जाती हैं।

एक बार शुरू होने पर, संक्षारण आधे रास्ते में कभी नहीं रुकता। "भूरा राक्षस" धातु की चीज को धीरे-धीरे, परंतु अवश्य पूर्णतया नष्ट कर देता है। गिने चुने आक्सीजन अणु धातु की सतह पर हमला करते हैं। आक्साइड के पहले कुछ अणु बन जाते हैं। अन्य शब्दों में यह कह सकते हैं कि एक आक्साइड फिल्म बन जाती है। यह काफी ढीली होती है जिसकी वजह से धातु के परमाणु इसके अंदर से ऐसे निकल जाते हैं जैसे छन्नी में से निकल रहे हों और वे वापस लौट कर तुरंत आक्सीकृत हो जाते हैं। इसके अलावा आक्सीजन अणु भी फिल्म के रंध्रों के रास्ते धातु के अंदर घुस जाते हैं जहां वे अपना विनाशकारी काम जारी रखते हैं।

ज्यादा आक्रमणशील रासायनिक वातावरण में संक्षारण और भी अधिक तीव्र गति से आगे बढ़ता है। क्लोरीन, फ्लुओरीन, सल्फर डाइआक्साइड और हाइड्रोजन सल्फाइड भी धातुओं के कोई कम खतरनाक दुश्मन नहीं हैं। जब कोई धातु गैसों के प्रभावस्वरूप संक्षारित होती है, तो रसायनज्ञ इस घटना को गैस संक्षारण कहते हैं।

और विभिन्न विलयनों का क्या असर होता है? वे भी धातुओं के भयंकर दुश्मन हैं। उदाहरण के लिये, साधारण समुद्री जल। बड़े-बड़े समुद्री जहाज समय-समय पर मरम्मत के लिये डाकयार्ड में लाये जाते हैं जहां उनके पेंदों और सतहों पर लगी जंग हटाई जाती है।

हम आपको एक अमरीकी करोड़पति का किस्सा सुनाते हैं जिसने एक बार बहुत भयंकर भूल की।

वह दुनिया के सबसे बढ़िया यॉट का मालिक बनना चाहता था। उसने इसके निर्माण का आदेश दिया और इस यॉट के लिये एक रोमानी नाम "समुद्र की पुकार" भी सोच लिया। उसने पैसे की परवाह नहीं की। ठेकेदारों ने अपने गाहक को खुश करने में कोई कसर नहीं छोड़ी। यॉट बना दिया गया, अब केवल उसकी अंदरूनी सजावट बाकी रह गयी थी।

परंतु यह यॉट समुद्र में कभी नहीं गया: इसे ऐसा अवसर ही नहीं मिला। यॉट को जल में उतारने

से कुछ पहले यह पता चला कि उसका ढांचा और तला पूर्णतया संक्षारित हो गये थे।

क्यों? क्योंकि संक्षारण एक विद्युत-रासायनिक प्रक्रिया है।

जहाज के निर्माताओं ने यॉट के तले पर निकेल-ताम्र ऐलाय, जिसे जर्मन सिल्वर कहते हैं, की पालिश करने का फैसला किया था। यह विचार महंगा जरूर था, पर था बढ़िया क्योंकि यह ऐलाय समुद्री जल में संक्षारण का अच्छा प्रतिरोधी साबित होता है। यह बात ठीक है कि यह संक्षारण का प्रतिरोध करता है, परंतु यह बहुत मजबूत नहीं है। और इसी कारण जहाज के कई हिस्से अन्य धातुओं, विशेष किस्म के इस्पातों के बनाने पड़े।

और यही बात यॉट के लिये खतरनाक साबित हुई। जर्मन सिल्वर और इस्पात और तलों के बीच बने गैल्वैनी सेलों के संपर्क के पाइंट तुरंत विघटित होने लगे। अंत बहुत दुखदायी था।

करोड़पति के दुख का वर्णन नहीं किया जा सकता और यॉट निर्माताओं ने संक्षारण के नियम की एक बात हमेशा के लिये गांठ बांध ली। वह यह थी कि अगर मुख्य धातु में ऐसी धातुएं मिला दी जायें, जो उसके साथ गैल्वैनी सेल बनाने की क्षमता रखती हैं, तो संक्षारण की चाल बड़ी तेजी से बढ़ जाती है।

....और इसका मुकाबला कैसे किया जाये?

दिल्ली में एक अद्वितीय स्तम्भ है जो कई शताब्दियों से वहां खड़ा है। इस स्तम्भ की खासियत यह है कि वह शुद्ध लोहे का बना है। वक्त पर इसका कोई असर नहीं हुआ है। जमाना गुजरता जा रहा है, परंतु स्तम्भ बिल्कुल नया लगता है। इस पर जंग नहीं लगता। ऐसा लगता है जैसे कि जंग ने अपनी आदतों के साथ विश्वासघात कर लिया है।

प्राचीन धातुकर्मियों ने शुद्ध लोहा कैसे प्राप्त किया, यह बात एक पहेली बनी हुई है। कुछ उतावले लोगों का दावा है कि इसे मनुष्य ने नहीं बनाया है। अन्य ग्रहों से आये आगन्तुकों ने पृथ्वी पर अपने आगमन का कीर्तिगान करने के लिये यह स्तम्भ लगाया था।

परंतु अगर हम इस स्तम्भ की उत्पत्ति के रहस्यमय ज्योति-चक्र पर ध्यान न दें, तो एक तथ्य फिर भी बना रहता है जो रसायनज्ञों के लिये बहुत महत्त्व रखता है। वह यह है कि धातु जितनी अधिक शुद्ध होती है, संक्षारण का उस पर आक्रमण उतना ही हलका होता है। अगर आप संक्षारण पर विजय प्राप्त करना चाहते हैं, अधिक से अधिक शुद्ध धातुएं इस्तेमाल करें।

केवल शुद्धता ही महत्वपूर्ण नहीं है, धातु की चीज की सतह ज्यादा से ज्यादा चिकनी (परिष्कृत) रखना भी आवश्यक है। ऐसा लगता है कि

भिन्न "पहाड़ियां" और "घाटियां" बाह्य अन्तर्वेशनों की भूमिका निभा सकती हैं। वैज्ञानिकों और इंजीनियरों ने लगभग आदर्श चिकनी सतहें प्राप्त करने में सफलता हासिल कर ली है। ऐसी सतहों वाले पुर्जे राकेटों और अंतरिक्ष यानों के निर्माण में प्रयुक्त भी हुए हैं।

तो क्या इसका मतलब यह हुआ कि संक्षारण से बचाव की समस्या हल हो गयी है? बिल्कुल नहीं। अत्यधिक शुद्ध धातुएं बहुत महंगी पड़ती हैं और इन्हें प्राप्त करना भी मुश्किल होता है, विशेषकर बड़ी मात्राओं में। इसके अलावा इंजीनियरी ऐलायों को प्राथमिकता देती है, क्योंकि उनके गुणों का क्षेत्र ज्यादा विस्तृत होता है। और ऐलाय में कम से कम दो धातुएं जरूर होती हैं।

रसायनज्ञों ने सभी तरह के संक्षारण मेकेनिज्मों का काफी विस्तारपूर्वक अध्ययन किया है। और जब वे पूर्वनिर्धारित गुणों वाला कोई नया ऐलाय प्राप्त करना चाहते हैं, वे हमेशा संक्षारण के पहलू पर पूरा ध्यान जरूर देते हैं। आज ऐसे कई ऐलाय हैं, जो संक्षारण के अति उत्तम प्रतिरोधक हैं।

हमारी रोजमर्रा की जिंदगी में जुस्तेदार (galvanized) और टिन चढ़ी चीजों के साथ अक्सर हमारा वास्ता पड़ता है। लोहे को संक्षारण से बचाने के लिये उस पर जिंक या टिन की पालिश कर दी जाती है, जो कुछ अर्से तक फायदेमंद सिद्ध होता है। इसके अलावा आपने घरों की लोहे की छतों पर

ेन के पेंट की मोटी सतह जरूर देखी होगी।

संक्षारण को निर्बल या कम करने का अर्थ यह भी होता है कि संक्षारण प्रक्रिया के दौरान घट रही विद्युत-रासायनिक अभिक्रिया की गति भी कम हो जाती है। इस उद्देश्य के लिये विशेष प्रकार के कार्बनिक और अकार्बनिक पदार्थ प्रयुक्त किये जाते हैं इन्हें संदमक कहते हैं।

आरंभ में वे परीक्षण – प्रणाली के आधार पर खोजे गये और संयोगवश मिले।

पुराने जमाने में रूसी बंदूक बनाने वाले एक विचित्र विधि अपनाते थे। बंदूक की नालों से पपड़ी उतारने के लिये वे उन्हें ऐसे सल्फ्यूरिक अम्ल से धोते थे जिसमें गेहूं का भूसा मिला होता था। इस अनिश्चित तरीके से वे धातु को अम्ल के प्रभाव से बचाये रखते थे।

अब नये संदमकों की खोज का काम न ही ईश्वरप्रेरित काम है और न ही किस्मत की बात है, वह एक सुनिश्चित विज्ञान है। आज हर तरह के सैकड़ों रासायनिक संक्षारण संदमक ज्ञात हैं।

धातुओं को संक्षारण की बीमारी लगने से पहले ही हमें उनकी "सेहत" का ध्यान रखना चाहिये। "धातु के डाक्टरों" – रसायनज्ञों को यह काम सबसे पहले करना है।

प्रदीप्त जेट

पदार्थ की अवस्थाएं कितनी होती हैं? इनमें से तीन काफी प्रसिद्ध हैं: गैस, द्रव और ठोस। सच पूछिये तो रोजमर्रा की जिंदगी में अन्य अवस्थाओं के साथ हमारा असल में कभी वास्ता ही नहीं पड़ता। रसायन भी सदियों से इन तीन अवस्थाओं से संतुष्ट चला आ रहा था। और केवल पिछले दशकों में इसने पदार्थ की चौथी अवस्था प्लैज्मा में रुचि लेनी शुरू कर दी है।

प्लैज्मा भी एक गैस है, परंतु साधारण किस्म की नहीं। उदासीन परमाणुओं और अणुओं के अलावा इसमें आयन और इलेक्ट्रान भी होते हैं। एक साधारण गैस में भी आयनित कण होते हैं और उसका तापमान जितना उच्च होता है, इन कणों की संख्या उतनी ही ज्यादा होती है। अतः आयनित गैस और प्लैज्मा के बीच कोई निश्चित सीमा नहीं है। परंतु प्रथानुसार यह माना जाता था कि एक गैस प्लैज्मा में तब परिवर्तित होती है, जब वह अंतिम के मुख्य गुण प्रदर्शित करने लगती है, उदाहरण के लिये उच्च विद्युत सुचालकता।

पहली दृष्टि से यह बात विरोधाभासी लगती है कि प्लैज्मा ब्रह्मांड का स्वामी है। सूर्य और नक्षत्रों का पदार्थ तथा बाह्य अंतरिक्ष की गैसें प्लैज्मा अवस्था में हैं। यह सारा प्राकृतिक प्लैज्मा है। पृथ्वी पर इसे कृत्रिम रूप से बनाना पड़ता है। इसके

लिये विशेष प्रकार के उपकरण प्रयुक्त किये जाते हैं जिन्हें प्लैज्माट्रोन कहते हैं। इन उपकरणों में एक विद्युत आर्क द्वारा विभिन्न गैसें (हीलियम, हाइड्रोजन, नाइट्रोजन, आर्गान) प्लैज्मा में परिवर्तित की जाती हैं। प्रदीप्त प्लैज्मा जेट प्लैज्माट्रोन तुंड के तंग चनल तथा एक चुंबकीय क्षेत्र द्वारा संपीडित किया जाता है जिससे कि उसके अंदर का तापमान कई हजार डिग्री तक पहुंच जाये।

रसायनज्ञ बहुत जमाने से ऐसे तापमानों के सपने देख रहे थे क्योंकि कई रासायनिक प्रक्रियाओं के लिये उच्च तापमानों की भूमिका का महत्व शायद ही अधिक समझा जाये। आज यह सपना सच हो गया है: रसायन की एक नयी शाखा ने जन्म लिया है, जिसे प्लैज्मारसायन या "ठंडे" प्लैज्मा का रसायन कहते हैं।

इसे "ठंडा" प्लैज्मा क्यों कहा गया है? क्योंकि एक "गर्म" प्लैज्मा भी होता है जिसका तापमान लाखों डिग्री होता है। यह वह प्लैज्मा है जिसकी सहायता से भौतिकविद तापनाभिकीय संश्लेषण में सफलता प्राप्त करने की कोशिश कर रहे हैं अर्थात नियंत्रित नाभिकीय अभिक्रिया द्वारा हाइड्रोजन को हीलियम में रूपान्तरित करने का प्रयास कर रहे हैं।

परंतु रसायनज्ञ "ठंडे" प्लैज्मा से काफी संतुष्ट हैं। कई हजार डिग्री तापमान पर रासायनिक प्रक्रिया का अध्ययन – और कौनसी बात इससे ज्यादा लुभावनी हो सकती है?

संशयवादियों का विचार था कि मेहनत बेकार जायेगी क्योंकि इतने गर्म तापमान पर सारे पदार्थों का बिना किसी अपवाद के वही हाल होगा, वे नष्ट हो जायेंगे और सबसे ज्यादा पेचीले अणु भी पृथक परमाणुओं और आयनों में वियोजित हो जायेंगे।

वास्तविकता इससे कहीं ज्यादा जटिल है। प्लैज्मा केवल नष्ट ही नहीं करता, वह सृष्टि भी करता है। इसके अंदर नये रासायनिक यौगिक अति सरलता से संश्लेषित किये जा सकते हैं, जिनमें से कुछ अन्य तरीकों से प्राप्त नहीं किये जा सकते।

ऐसे विचित्र पदार्थ हैं जिनका किसी भी रासायनिक पाठ्यपुस्तक में वर्णन नहीं किया गया: Al_2O, Ba_2O_3, SO, SiO, $CaCl$ आदि। इनके अंदर तत्व असाधारण अनियमित संयोजकताएं दर्शाते हैं। ये सारी बातें काफी मजेदार हैं, परंतु प्लैज्मा-रसायन ने इससे ज्यादा महत्वपूर्ण कामों का जिम्मा लिया है, मुख्यत: पहले से ज्ञात महत्वपूर्ण पदार्थों का सस्ता और तीव्र गति से उत्पादन।

और अब कुछ शब्द प्लैज्मा रसायन की उपलब्धियों के बारे में।

ऐसीटिलीन कई सारे कार्बानिक संश्लेषणों को शुरू कराने के लिये अति महत्वपूर्ण पदार्थ है, जैसे, प्लास्टिकों, रबरों, रंगों और औषधियों के उत्पादन के लिये। परंतु ऐसीटिलीन अभी भी पुराने तरीके से प्राप्त किया जाता है—कैल्सियम कार्बाइड को जल द्वारा विखंडित करके। यह तरीका महगा तो

पड़ता ही है, परंतु इसके साथ-साथ यह असुविधाजनक भी है।

प्लैज्माट्रोन में हर काम दूसरे ढंग से होता है। हाइड्रोजन से बने प्लैज्मा का तापमान 5000°C होता है। हाइड्रोजन प्लैज्मा जेट अपनी विशाल ऊर्जा को एक विशेष रिऐक्टर में ले आता है जिसे मिथेन दी जाती है। मिथेन बड़ी शक्ति के साथ हाइड्रोजन से मिलायी जाती है और एक सेकंड के दस हजारवें अंश के अंदर 75% से अधिक मिथेन ऐसीटिलीन में परिवर्तित हो जाती है।

क्या यह आदर्श तरीका नहीं है? हमें अपनी महमनि जतानी चाहिये! परंतु हमेशा कोई न कोई रुकावट सामने आ जाती है। अगर हम ऐसीटिलीन को अतिरिक्त समय के लिये प्लैज्मा के उच्च ताप क्षेत्र में छोड़ दें, तो उसका विखंडन आरंभ हो जाता है। अत: तापमान को सुरक्षित स्तर तक गिराना चाहिये। यह काम कई तरीकों से किया जा सकता है, परंतु तकनीकी रूप से यह काफी कठिन कार्य है। अभी तक प्राप्त ऐसीटिलीन का केवल 15% अंश विखंडन से बचाया जा सकता है। परंतु इतनी मात्रा का मिलना भी कोई बुरी बात नहीं है।

मस्ते द्रव हाइड्रोकार्बनों को प्लैज्मा रासायनिक विधि द्वारा विखंडित करके ऐसीटिलीन, एथिलीन तथा प्रोपिलीन प्राप्त करने की एक विधि प्रयोगशाला में विकसित की गयी है।

एक अति महत्वपूर्ण समस्या का समाधान अभी

भी बाकी है और वह है वायुमंडलीय नाइट्रोजन का स्थायीकरण। नाइट्रोजन युक्त यौगिकों जैसे, अमोनिया का रासायनिक उत्पादन एक अति कठिन तथा महंगा काम है। कुछ दशकों पहले नाइट्रोजन आक्साइड को औद्योगिक स्तर पर विद्युत द्वारा संश्लेषित करने के प्रयास किये गये, परंतु इसका आर्थिक लाभ बहुत निम्न स्तर का था। यहां भी प्लैज्मारसायन से काफी आशाएं हैं।

सूर्य एक रसायनज्ञ के रूप में

एक बार स्टीफेन्सन, जिन्होंने भाप के इंजन का आविष्कार किया था, अपने एक भूवैज्ञानिक दोस्त बैकलैंड के साथ इंगलैंड की प्रथम रेलवे लाइन के पास सैर कर रहे थे। उन्हें एक रेल जाती दिखायी दी।

"बैकलैंड! क्या तुम बता सकते हो कि रेल गाड़ी को कौनसी चीज चलाती है?" स्टीफेन्सन ने पूछा।

"क्यों?" तुम्हारे बनाये अद्वितीय इंजनों के ड्राइवर के हाथ।"

"नहीं"।

"तब भाप, जो इंजन की मशीन को चलाती है।"

"नहीं"।

"बायलर में जल रही आग"?

"अब भी गलत बता रहे हो, इंजन को सूरज चला रहा है जो उस पुराने जमाने में चमक रहा था, जब बनस्पतियां जीवित थीं और फिर वे कोयले में परिवर्तित हो गयीं जिसे ड्राइवर भट्टी में फेंक रहा है।"

सारी जीवित चीजों की उत्पत्ति का श्रेय सूरज, विशेषतया बनस्पतियों को जाता है। आप जरा इन्हें अंधेरे में पैदा करने की कोशिश कीजिये और आपको क्या मिलेगा–हरी-भरी रसीली डंठलों की जगह पीले पतले केशर। सूर्य के प्रकाश के प्रभाव के कारण क्लोरोफिल (हरी पंत्तियों को रंग देने वाला पदार्थ) वायु की कार्बन डाइआक्साइड को कार्बनिक पदार्थों के अणुओं में परिवर्तित कर देता है जो बनस्पति का अधिकांश भाग बनाते हैं।

तो क्या इसका मतलब यह हुआ कि बनस्पतियों में सारे कार्बनिक पदार्थों को संश्लेषित करने वाला मुख्य "रसायनज्ञ" सूर्य या इसकी किरणें हैं? यह बात ठीक सी लगती है। बनस्पतियों द्वारा कार्बन डाइआक्सइड के परितापन की प्रक्रिया को प्रकाश संश्लेषण ऐसे ही नहीं कहा गया है।

ज्ञात है कि बहुत सारी रासायनिक अभिक्रियाएं प्रकाश के प्रभावस्वरूप घटती हैं। रसायन की एक विशेष शाखा इनका अध्ययन करती है जिसे प्रकाश-रसायन कहते हैं।

परंतु प्रकाश रासायनिक अभिक्रियाओं के अध्ययन के फलस्वरूप अभी तक प्रयोगशाला में न तो प्रोटीनों

के उत्पादन में सफलता मिली है श्रौर न ही कार्बो-हाइड्रेटों के। श्रौर ये वे यौगिक हैं जो बनस्पतियों में प्रकाश-संश्लेषण के मुख्य उत्पाद हैं।

श्रारंभिक श्रवस्था में बनस्पति बहुत जटिल कार्बनिक श्रणुश्रों के संश्लेषण के लिये केवल कार्बन डाइश्राक्साइड, जल तथा सौर प्रकाश का प्रयोग करती है। परंतु यह भी संभव हो सकता है कि कोई श्रौर चीज भी इन प्रक्रियाश्रों में भूमिका निभाती है। ऐसी फैक्टरी की कल्पना कीजिये जिसमें एक तरफ से पाइपों के जरिये सोडा, पेट्रोल, पोटेशियम नाइट्रेट श्रादि श्रंदर पहुंचाये जा रहे हों श्रौर दूसरे गेट से डबलरोटी, चटनी श्रौर चीनी से लदे ट्रक बाहर जा रहे हों। यह एक कल्पना मात्र है, परंतु बनस्पतियों के श्रंदर बिल्कुल ऐसी घटना घटती है।

बनस्पतियों के श्रपने व्यक्तिगत उत्प्रेरक होते हैं जिन्हें एन्जाइम कहते हैं। प्रत्येक एन्जाइम श्रभि-क्रिया को केवल एक निश्चित दिशा में घटने पर मजबूर कर देता है। हालांकि हम प्रकृति, विशेषतया, बनस्पतियों से उनके द्वारा कई पदार्थों के उत्पादन के पेटेन्ट छीन तो नहीं सकते, परंतु कुछ स्थितियों में हम उनकी दिशा श्रपनी इच्छानुसार मोड़ सकते हैं। इस दिशा में प्रकाश-संश्लेषण प्रक्रियाश्रों पर किये गये श्रनुसंधान-कार्य वैज्ञानिकों के लिये बहुत उपयोगी सिद्ध हुए हैं। हाल में ही यह पता चला है कि श्रगर प्रकाश-संश्लेषण के दौरान विभिन्न तरंग-दैर्घ्यों वाला प्रकाश प्रयुक्त किया जाये, तो रासायनिक रूप से

विभिन्न पदार्थ प्राप्त होते हैं। उदाहरण के लिये, लाल-पीली किरणों द्वारा प्रदीपन के फलस्वरूप मुख्य पदार्थों के रूप में कार्बोहाइड्रेट प्राप्त होते हैं जबकि नीली किरणों से प्रोटीन मिलते हैं।

अतः आशा है कि निकट भविष्य में मनुष्य वनस्पतियों की सहायता से उन कार्बनिक यौगिकों को प्राप्त करने में सफल हो जायेगा, जिनकी उसे काफी मात्रा में जरूरत पड़ती है। निस्संदेह फैक्टरियां लगाकर उनमें अद्वितीय उपकरण फिट करने और जटिल संश्लेषण तकनीक को ढूंढ़ने की जगह सिर्फ उष्ण-गृह बनाना तथा प्रयुक्त की जा रही प्रकाश-किरणों की तीव्रता और स्पेक्ट्रमी संरचना का नियंत्रण काफी रहेगा। तब वनस्पतियां खुद सारी आवश्यक चीजों को बना देंगी, सबसे साधारण कार्बोहाइड्रेटों से लेकर सर्वाधिक जटिल प्रोटीनों तक।

तत्व आपस में क्यों संयोजित होते हैं?

तत्वों की पारस्परिक क्रिया के बिना रसायन एक विज्ञान नहीं रहेगा। परंतु वे संयोजित क्यों होते हैं? वे विभिन्न यौगिकों को इतनी अधिक संख्या में क्यों बनाते हैं? उनके संयोजन का मेकेनिज्म क्या है?

शब्द "रासायनिक बंधुता" की चर्चा सबसे पहली बार अठारहवीं शताब्दी में हुई। एक तत्व की दूसरे के साथ बंधुता जितनी अधिक होती है, प्राप्त

रासायनिक यौगिक उतना ही ज्यादा स्थायी होता है।

इस रासायनिक बंधुता की प्रकृति में कई लोगों ने रुचि दिखायी। कुछ वैज्ञानिकों का विचार है कि इस बंधुता का सार यौगिक को बनाने वाले धनात्मक तथा ऋणात्मक आवेशित अंगों के विद्युत आकर्षण में छिपा है, जैसे, कैल्सियम सल्फेट के अणु में, जहां CaO धनात्मक आवेशित है और SO_3 ऋणात्मक। स्वीडिश रसायनज्ञ बर्जेलियस का विद्युत-रासायनी या द्वैतवादी सिद्धांत यही कहता था। इस सिद्धांत ने रसायन के सैद्धान्तिक विकास में महत्वपूर्ण भूमिका निभायी, परंतु अंत में नये प्रायोगिक तथ्यों के सामने यह टिक नहीं सका। अन्य अनुसंधाताओं का मत कुछ और ही था, उनके विचारानुसार प्रत्येक रासायनिक अन्योन्यक्रिया गुरुत्वाकर्षण के सदृश आकर्षण के यान्त्रिक बल के आधार पर निर्धारित की जाती है। मेंडेलीफ भी इस सिद्धांत के समर्थक थे, जिनका विश्वास था कि रासायनिक अन्योन्यक्रियाओं की दुनिया अपने न्यूटन का इंतजार कर रही है।

आज हर कोई यह जानता है कि रासायनिक अनुबंधता के मेकेनिज्म का वर्णन करने के सारे प्रयास तब तक व्यर्थ रहे, जब तक वैज्ञानिकों को परमाणु की संरचना के बारे में कुछ भी पता नहीं था।

परमाणु-माडल के आविर्भाव के फलस्वरूप रासायनिक अनुबंधों के सिद्धांतों का निर्गमन हुआ। परंतु 1897 में इलेक्ट्रान की खोज के बाद अधिका-

धिक वैज्ञानिक मानने लगे कि यह प्राथमिक कण इस प्रश्न की व्याख्या में निर्णायक भूमिका ग्रावश्य निभायेगा कि परमाणु संयोजित होकर ग्रणु क्यों बनाते हैं, जिनसे सारे साधारण पदार्थ ग्रौर यौगिक बने हैं।

ग्राधुनिक दृष्टिकोण से इलेक्ट्रान संबंधी प्रथम सिद्धांत काफी ग्रपरिष्कृत थे। सारा काम ठीक होने में लगभग 20 साल लग गये।

ग्राज पाठ्पुस्तकें भी "रासायनिक बेड़ियों" के दो मुख्य रूपान्तरों के बारे में बताती हैं, जो परमाणुग्रों को ग्रणुग्रों में ग्रनुबंधित करती हैं।

सारे परमाण्वीय इलेक्ट्रान रासायनिक ग्रनुबंधों में भाग नहीं लेते, केवल बाह्य कोशों में स्थित इलेक्ट्रान यह काम करते हैं।

मान लीजिये, दो परमाणु, उदाहरण के लिये, सोडियम ग्रौर फ्लुग्रोरीन के परमाणु टकराते हैं। पहले के बाह्य कोश में एक इलेक्ट्रान है ग्रौर दूसरे में सात हैं। सोडियम ग्रपने एकमात्र इलेक्ट्रान से ग्रासानी से जुदा हो सकता है जबकि फ्लुग्रोरीन इस इलेक्ट्रान को ग्रपने बाह्य कोश में लेने को तयार है। इस प्रकार सोडियम का एक धनात्मक ग्रावेशित ग्रायन ग्रौर फ्लुग्रोरीन का ऋणात्मक ग्रावेशित ग्रायन बनते हैं। इनमें से प्रत्येक के बाह्य कोश में निकटतम निष्क्रिय गैस निग्रान के परमाणु की तरह ग्राठ इलेक्ट्रान हैं। इलेक्ट्रानों का यह ग्रष्टक बहुत स्थायी प्रकृति का होता है। ग्राकर्षण के विद्युत बल विपरीत

आवेशित आयनों को जोड़ देते हैं और सोडियम फ्लुओराइड का स्थायी अणु बन जाता है।

इस प्रकार के रासायनिक अनुबंध को आयनी अनुबंध कहा गया। यह कई सारे रासायनिक यौगिकों में "सीमेंट" का काम करता है। परंतु यह "शुद्ध रूप" में बहुत कम अवसरों पर घटता है।

आयनी अनुबंध का एक समान भागीदार होता है – सहसंयोजी अनुबंध। इसका मेकेनिज्म निम्न उदाहरण द्वारा समझाया जा सकता है। फ्लुओरीन F_2 के अणु कैसे बनते हैं? फ्लुओरीन परमाणु अपने बाह्य इलेक्ट्रानों से जुदा नहीं हो सकते, अतः इस स्थिति में किसी भी तरह के विपरीत आवेशित आयन नहीं बन सकते।

फ्लुओरीन परमाणुओं के बीच रासायनिक अनुबंध इलेक्ट्रानों के एक उभयनिष्ट जोड़े द्वारा बनता है। प्रत्येक परमाणु एक इलेक्ट्रान देता है जिसके फलस्वरूप दोनों परमाणुओं में अब अपने बाह्य कोशों की तरह आठ इलेक्ट्रान इकट्ठे हो जाते हैं अर्थात वही स्थायी अष्टक बन जाता है। परंतु "शुद्ध सहसंयोजी" अनुबंधों वाले यौगिक कोई ज्यादा नहीं हैं, एक या दूसरे कारणवश मिश्रित आयनी-सहसंयोजी अनुबंध बन जाते हैं।

इलेक्ट्रान अष्टक अमोघता की धारणा का रसायन के सिद्धांत में काफी लंबे अर्से तक प्रभुत्व बना रहा, परंतु जैसाकि हम ऊपर देख चुके हैं कि निष्क्रिय गैसों के रासायनिक यौगिकों के संश्लेषण

ने " अष्टक सिद्धांत " को काफी हद तक निर्बल कर दिया।

आयनी और सहसंयोजी रासायनिक अनुबंधों के सिद्धांत माडलों की जगह विभिन्न परमाणुओं के बीच रासायनिक अन्योन्यक्रिया की रूपरेखा हैं क्योंकि वे केवल गुणात्मक पैटर्न प्रदर्शित करते हैं।

आधुनिक रसायन मात्रात्मक वर्णन मांगता है। आधुनिक रसायन ने रासायनिक अनुबंधता के जिन वर्तमान सिद्धांतों का समर्थन किया है, वे बहुत जटिल हैं। वे क्वान्टम यांत्रिकी पर आधारित हैं और गणित का प्रयोग करते हैं।

रसायन और विकिरण

रसायनज्ञों ने अभी तक हरी पत्तियों की खोज नहीं की है। परंतु प्रकाश रासायनिक अभिक्रियाओं को पूरा कराने के लिये प्रकाश के प्रयोग का प्रचलन चल रहा है। फोटोग्राफी की प्रक्रिया प्रकाश रसायन की क्रिया का एक उदाहरण है। प्रकाश मुख्य फोटोग्राफर है।

परंतु रसायनज्ञों की दिलचस्पियां प्रकाश की किरणों तक ही सीमित नहीं हैं। इनके अलावा एक्स-किरणें और विघटनाभिक विकिरण भी हैं। वे विशाल ऊर्जा के वाहक होते हैं। उदाहरणतया, प्रकाश की किरणों के मुकाबले एक्स-किरणें हजारों गुना तथा गामा-किरणें लाखों गुना अधिक तीव्र होती हैं।

क्या रसायनज्ञ लोग अब उनकी अवहेलना करेंगे ?

इस प्रकार विश्वकोशों और पाठ्यपुस्तकों, विशेष पुस्तकों और पत्रिकाओं, जनप्रिय पुस्तिकाओं और निबंधों में एक नया शब्द "विकिरण रसायन" दिखाई देने लगा। यह विज्ञान की उस शाखा का नाम है जो रासायनिक अभिक्रियाओं पर विकिरणों के प्रभाव का अध्ययन करती है।

हालांकि यह विज्ञान की एक युवा शाखा है, परंतु कई उपलब्धियों के कारण इसे गर्व करने का अधिकार हो सकता है।

उदाहरणतया, पेट्रोल रसायन की अति सामान्य प्रक्रियाओं में से एक का नाम चटचटाहट है। इस प्रक्रिया के फलस्वरूप पेट्रोल में उपस्थित जटिल कार्बनिक यौगिक साधारण यौगिकों में विभाजित हो जाते हैं। वे जो हाइड्रोकार्बन बनाते हैं, उनमें से कुछ गैसोलीन में होते हैं।

चटचटाहट एक नाजुक प्रक्रिया है। इसे उच्च तापमान, उत्प्रेरकों की उपस्थिति और काफी लंबा समय चाहिये।

ये सारी बातें पुराने तरीके पर लागू होती हैं। नये तरीके में चटचटाहट को न तो ताप चाहिये और न ही रासायनिक त्वरित्र, और इसमें समय भी काफी कम लगता है।

नयी विधि में गामा-किरणें इस्तेमाल की जाती हैं। वे विकिरणी चटचटाहट संपन्न कराती हैं। वे

कार्बनिक अणुओं को तोड़ देती हैं। यहां विकिरण एक ध्वंसक होता है।

परंतु हमेशा ऐसी बात नहीं होती।

अगर हलके गैस हाइड्रोकार्बनों – मिथेन, एथेन या प्रोपेन को विकिरणित करने के लिये इलेक्ट्रानों का प्रवाह (बीटा-किरणें) प्रयुक्त किया जाये, तो अणु भारी द्रव हाइड्रोकार्बनों में परिवर्तित हो जाते हैं। यह विकिरणी संश्लेषण का एक उदाहरण है।

विघटनाभिक किरणों की अणुओं को "सीने" की क्षमता बहुलकन प्रक्रियाओं में प्रयुक्त की जाती है।

आप सबने पालिएथिलीन के बारे में सुना होगा। परंतु शायद ही सब लोग यह जानते हैं कि इसका उत्पादन एक अति जटिल प्रक्रिया है जिसके लिये उच्च दाब, विशेष उत्प्रेरक तथा विशेष उपकरण आवश्यक होते हैं। विकिरणी बहुलकन को इनमें से एक की भी जरूरत नहीं होती और वह पालिएथिलीन की कीमत आधी कर देता है।

यहां हमने विकिरणी रसायन की केवल कुछ उपलब्धियां बतायी हैं। वे दिन पर दिन अधिक प्रभावशाली बनती जा रही हैं।

परंतु विघटनाभिक विकिरण मानव का केवल मित्र ही नहीं है। यह उसका शत्रु भी है – एक धूर्त और बेरहम शत्रु, जो विकिरण का रोग उत्पन्न करता है।

अभी तक इस गंभीर रोग के व्यापक उपचार

उपलब्ध नहीं हैं। सबसे बढ़िया तरीका यही है कि विघटनाभिक विकिरण के अनावरण की सारी संभावनाएं खत्म कर दी जायें।

एक सबसे लंबी अभिक्रिया

पिछले कुछ सालों में रसायनज्ञों ने अपनी प्रयोगशालाओं में सैकड़ों और हजारों तरह के विभिन्न कार्बनिक यौगिक बनाये हैं। उनमें से कुछ इतने अधिक जटिल हैं कि कागज पर उनका संरचना का सूत्र लिखना काफी मुश्किल काम होता है। इसमें काफी समय लगता है।

यह बात अशंकनीय है कि प्रोटीन अणु का, सर्वाधिक महत्वपूर्ण प्रोटीनों में से एक का संश्लेषण कार्बनिक रसायनज्ञों की महानतम जीतों में से एक है।

हमारा अभिप्राय इंसुलिन से है, यह वह हार्मोन है, जो जीव के अंदर कार्बोहाइड्रेट उपपाचन पर नियंत्रण रखता है।

अगर हम इंसुलिन अणु की संरचना का वर्णन करने का प्रयास करें, तो हमें कई पृष्ठ भरने पड़ेंगे। याद रखिये कि इस प्रोटीन अणु की संरचना की कई बातें रसायनज्ञों की अभी भी स्पष्ट नहीं हैं। इंसुलिन एक वास्तविक विशाल अणु है हालांकि इसमें उपस्थित तत्वों की संख्या सीमित होती है। परंतु वे बहुत जटिल संयोजनों में व्यवस्थित होते हैं।

अतः सरलता के लिये, आइये, हम यह मान

लेते हैं कि इंसुलिन अणु दो हिस्सों या दो शृंखलाओं—शृंखला A और शृंखला B से बना होता है। ये शृंखलाएं एक दूसरे के साथ एक अनुबंध द्वारा जुड़ी हैं जिसे डाइसल्फाइड अनुबंध कहते हैं। अन्य शब्दों में वे एक तिरछी कड़ी से जुड़े हैं, जिसमें दो सल्फर परमाणु उपस्थित हैं।

इंसुलिन पर हमले की योजना निम्न थी: पहले शृंखला A और B को अलग-अलग संश्लेषित करना था। फिर इन्हें डाइसल्फा२ड तिरछे पुल द्वारा एक दूसरे के साथ जोड़ देना था।

आइये, अब गणित की कुछ बातें करते हैं। शृंखला A को प्राप्त करने के लिये रसायनज्ञों को लगभग 100 विभिन्न क्रमागत अभिक्रियाएं घटानी पड़ीं। शृंखला B को 100 से ज्यादा अभिक्रियाओं की जरूरत पड़ी। इस प्रकार सारे काम में कई महीने लग गये।

परंतु अंत में दोनों शृंखलाएं प्राप्त हो गयीं। अब उन्हें जोड़ना था। और यहीं असली परेशानी सामने आयी। वैज्ञानिकों को हर बार निराश होना पड़ा। फिर भी एक सुहावनी शाम को प्रयोगशाला की लॉग-बुक में निम्न संक्षिप्त वाक्य लिख दिया गया: "इंसुलिन अणु का संश्लेषण पूरा हो गया है।"

वैज्ञानिकों को कृत्रिम रूप से इंसुलिन प्राप्त करने के लिये दो सौ तेईस चरणों से गुजरना पड़ा। इस संख्या पर ध्यान दीजिये: अब तक किसी भी

ज्ञात रासायनिक यौगिक की प्राप्ति इतनी ज्यादा कठिन नहीं थी। इसके लिये दस आदमियों को तीन साल तक खून-पसीना एक करना पड़ा।

परंतु जीवरसायनज्ञ एक बहुत अजीब बात कहते हैं: एक जीवित कोशिका के अंदर प्रोटीन के संश्लेषण में... दो से तीन सेकंड तक लगते हैं।

तीन साल या तीन सेकंड। आज के रसायन-विज्ञान की तुलना में जीवित कोशिका का संश्लेषण-उपकरण कितना ज्यादा श्रेष्ठ है।

रासायनिक संग्रहालय

कुछ ग्राम बातें

अब हम आपको रासायनिक संग्रहालय के कुछ प्रदर्शनियों के साथ परिचित कराना चाहेंगे। निस्संदेह यह संग्रहालय फिलहाल हमारी कल्पना तक सीमित है। विभिन्न रासायनिक यौगिक प्रदर्शन की वस्तुएं माने जा सकते हैं। हर आदर्श संग्रहालय में प्रत्येक प्रदर्शित वस्तु का एक तालिका नंबर होता है। रासायनिक संग्रहालय में प्रदर्शन की सारी वस्तुओं की सूची बनाने के लिये सात अंकों वाले नंबरों की आवश्यकता पड़ेगी।

रासायनिक तत्व जितने संयोजन बना सकते हैं, उनकी सही संख्या कितनी है? इस प्रश्न का उत्तर शायद ही कभी मिलेगा। अगर सारे संभव रासायनिक यौगिक संश्लेषित कर लिये जायें, तो इसका मतलब यह होगा कि रसायन एक विज्ञान के रूप में समाप्त हो गया है।

हमारे काल्पनिक संग्रहालय में दो मुख्य हिस्से हैं – एक में कार्बनिक और दूसरे में अकार्बनिक

यौगिक दिखाये गये हैं। प्रत्येक कार्बनिक यौगिक का अनिवार्य घटक तत्व कार्बन है जो बड़ी बिल्डिंग में 6 नंबर फ्लेट का मालिक है। इसे जीवन का मुख्य तत्व कहना ठीक ही है। वास्तविकता में यह पहला तत्व था जिससे मानवजाति परिचित हुई।

अकार्बनिक यौगिकों के मुकाबले कार्बनिक यौगिकों की संख्या बहुत ज्यादा है। और उनके वर्गी-करण की प्रणाली कहीं अधिक नियमित है। यह नियमितता वास्तव में अद्वितीय है। इसका कारण कार्बन परमाणुओं की एक विशेषता में छिपा है।

असमानता के कारण तथा इसके परिणाम

कार्बन परमाणुओं के बीच रासायनिक अनुबंध काफी मजबूत होता है। इसके कारण कार्बन परमाणु लंबी श्रृंखलाएं बनाने के योग्य हो जाते हैं। उदाहरण के लिये, एक ऐसा यौगिक प्राप्त किया गया है जिसमें 70 कार्बन परमाणु एक रेखा में क्रमबद्ध हैं। निस्संदेह हम यहां बहुलकों की नहीं बल्कि साधारण पदार्थों की बात कर रहे हैं। बहुलकों में कार्बन श्रृंखलाएं बहुत ही ज्यादा लंबी हो सकती हैं।

जहां तक अन्य तत्वों की बात है तो उनमें श्रृंखलाएं बनाने की क्षमता नहीं होती है। केवल कार्बन के सदृश रूप – सिलिकन और जर्मेनियम ऐसे कुछ गुण प्रदर्शित करते हैं, जो कार्बन के गुणों के

साथ थोड़ी सी समानता रखते हैं। इन अनुबंधों को निम्न प्रकार से व्यक्त किया जा सकता है:

C—C, C = C, C≡C या C:C, C::C, C:::C

एक अनुबंध वाले यौगिकों में सबसे सरल हाइड्रोकार्बन एथेन है। इसका रासायनिक सूत्र इस तरह से लिखा जाता है: $H_3C—CH_3$ । एथेन कार्बनिक यौगिकों के एक बड़े वर्ग से संबंधित है, जिन्हें संतृप्त हाइड्रोकार्बन एलकेन कहते हैं। इनके "पिता" का नाम मिथेन CH_4 है जिसमें केवल एक कार्बन का परमाणु है। किसी भी संतृप्त हाइड्रोकार्बन की संरचना एक अति सरल सूत्र C_nH_{2n+2} द्वारा व्यक्त की जा सकती है।

इन हाइड्रोकार्बनों को संतृप्त कहते हैं क्योंकि उनकी अन्य तत्वों के साथ संयोजित होने की क्षमता पूर्णतया खत्म हो चुकी होती है।

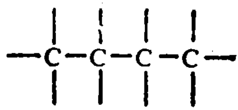
हाइड्रोकार्बनों के दूसरे वर्ग के अंतर्गत असंतृप्त हाइड्रोकार्बन (ऐल्कीन और ऐल्काइन सहित) आते हैं जिनमें एथिलीन $H_2C = CH_2$ और ऐसीटिलीन HC≡CH सबसे साधारण हैं।

कार्बन और हाइड्रोजन से बने यौगिक कार्बनिक रसायन की आधारशिला हैं। इनके बल पर विभिन्न कार्बनिक यौगिकों की बहुत सारी किस्में प्राप्त की जा सकती हैं।

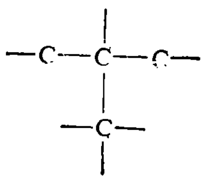
यहां यह बताना आवश्यक है कि कार्बन परमाणुओं के बीच उपरोक्त किस्मों के रासायनिक

अनुबंध एकान्तरित हो सकते हैं जिसके कारण कार्बनिक संश्लेषण की संभावनाएं काफी बढ़ जाती हैं।

कार्बन शृंखलाओं की एक और महत्वपूर्ण विशेषता यह है कि वे शाखाओं में विभाजित होने की क्षमता रखती हैं। आइये, हम ब्यूटेन C_4H_{10} का उदाहरण लेते हैं। इसके कार्बन परमाणु केवल एक रेखा में ही नहीं:



बल्कि इस तरह से भी क्रमबद्ध किये जा सकते हैं:



इस यौगिक को आइसोब्यूटेन कहते हैं और इसके गुण ब्यूटेन से भिन्न होते हैं।

पांच कार्बन परमाणुओं से विभिन्न विन्यासों की पांच शाखा शृंखलाएं बनायी जा सकती हैं। एक पृथक रासायनिक यौगिक, विशिष्ट गुणों वाला हाइड्रोकार्बन उनमें से प्रत्येक शृंखला के संगत होगा। रासायनिक यौगिकों की ऐसी किस्में, जिनमें समरूपी रासायनिक तत्वों की संख्या समान परंतु विभिन्न रूप से क्रमबद्ध होती है, समावयव कहलाती हैं।

समावयव की घटना केवल कार्बनिक रसायन तक ही सीमित नहीं है, यह रसायन की एक सामान्य बात है।

अणुओं में कार्बन परमाणुओं की संख्या की वृद्धि के साथ-साथ समावयवों की संख्या भी बढ़ती जाती है। उदाहरण के लिये $C_{13}H_{28}$ सूत्र वाला संतृप्त हाइड्रोकार्बन 802 समावयव दे सकता है और अगर इसका सूत्र $C_{20}H_{42}$ हो तो समावयवों की संख्या 366000 तक पहुंच जायेगी। परंतु इसका मतलब यह नहीं है कि ये सारे समावयव शुद्ध रूपों में प्राप्त किये जा सकते हैं। और फिर इस बात की कोई ज्यादा जरूरत भी नहीं है।

परंतु यह तथ्य कार्बनिक यौगिक की विविधता का एक अति स्पष्ट उदाहरण है।

यह विषय यहीं समाप्त नहीं हो जाता।

कार्बन शृंखलाएं शाखाएं बनाने की क्षमता तो रखती ही हैं, इसके अलावा वे बंद होकर चक्र तथा बहुभुज भी बना सकती हैं जिनमें तीन, चार, पांच, छः या अधिक कार्बन परमाणु हो सकते हैं। ये चक्रीय हाइड्रोकार्बन होते हैं। ये भी विभिन्न कार्बनिक यौगिकों की बहुत सारी किस्मों के लिये कच्चा माल का प्रबंध करते हैं...

कार्बन और हाइड्रोजन के अलावा आवर्त प्रणाली के कुछ और गिने चुने तत्व भी कार्बनिक यौगिकों के निर्माण में प्रयुक्त किये जा सकते हैं। अगर हमने सबसे पहले आक्सीजन, हेलोजेन, नाइ-

ट्रोजन, सल्फर और फास्फोरस के नाम लिये तो हमने वस्तुतः सूची समाप्त कर दी।

रासायनिक छल्ले

महान वैज्ञानिकों की महान खोजों के बारे में कई किवदंतियां प्रसिद्ध हैं।

कहा जाता है कि एक बार न्यूटन जब अपने बाग में बैठे कुछ सोच रहे थे तो अचानक एक सेब उनके पैरों के पास गिरा। इस घटना से उन्हें गुरुत्वाकर्षण नियम का सूत्र मिला।

यह कहा गया है कि मेंडेलीफ को पहली बार उनकी आवर्त प्रणाली सपने में दिखायी दी थी। उन्हें सिर्फ इतना ही करना था कि उठकर अपने "स्वपन" को कागज़ पर लिख दिया जाये।

संक्षेप में यह कहा जा सकता है कि खोजों और खोजकर्ताओं के बारे में तरह तरह के किस्से गढ़े गये हैं।

परंतु विख्यात जर्मन रसायनज्ञ केकूले के मन में आया विचार वास्तव में एक काफी विचित्र तथ्य पर आधारित था।

वैज्ञानिकों को काफी अर्से से एक अतिमहत्वपूर्ण कार्बनिक यौगिक बेंजीन की जानकारी रही है। वे जानते थे कि इसमें कार्बन के छः परमाणु और हाइड्रोजन के छः परमाणु होते हैं। उन्होंने इसकी कई अभिक्रियाओं का अध्ययन किया।

परंतु वे यह मुख्य बात नहीं जानते थे कि छः कार्बन परमाणु किस प्रकार से क्रमबद्ध थे। इस समस्या ने केकूले को परेशानी की थी। और यहां हम उनके शब्दों में बताते हैं कि उन्होंने इसे कैसे हल किया – "मैं डेस्क के सामने बैठ कर एक पाठ्य-पुस्तक लिख रहा था। मेरा दिमाग कहीं और ही था। मेरी आंखों के सामने परमाणु नाच रहे थे। मेरे दिमाग की आंख साफ-साफ देख रही थी कि उनकी लंबी कतारें सांपों की तरह इधर-उधर छटपटा रही थीं। परंतु अचानक एक सांप ने अपनी दुम पकड़ ली और मेरी आंखों के सामने घूमना शुरू कर दिया। ऐसा लग रहा था जैसेकि वह मुझे चिढ़ा रहा हो।

मैंने लिखना शुरू कर दिया जैसेकि मुझे तड़ित ने झटके से जगा दिया हो..."।

केकूले के दिमाग में बनी तस्वीर यह कह रही थी कि कार्बन शृंखलाएं छल्लों में बंद हो सकती हैं।

केकूले के बाद रसायनज्ञों ने बेंजीन की संरचना निम्न प्रकार से व्यक्त करनी शुरू कर दी:

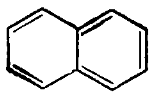


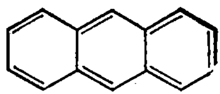
बेंजीन छल्ले ने कार्बनिक रसायन में बड़ी जबरदस्त भूमिका निभायी।

छल्लों में कार्बन परमाणुओं की संख्या भिन्न

हो सकती है। छल्ले एकसाथ भी विकसित हो सकते हैं और निराली ज्यामितीय आकृतियां बना सकते हैं। कार्बनिक रसायन की कोई भी पाठ्यपुस्तक ज्यामिति की पाठ्यपुस्तक से कुछ मिलती-जुलती होती है क्योंकि लगभग हर पृष्ठ पर "ज्यामितीय आकृतियां" कार्बनिक यौगिकों के संरचनी सूत्र दिखायी देते हैं।

बेंजीन के छल्ले निम्न दो पैटर्न बनाते हैं:





दायां पैटर्न नैफ्थलीन का संरचनी सूत्र दर्शाता है और बायां ऐन्थ्रसीन – सख्त कोयले का।

तीसरी संभावना

यह समझा गया कि तत्व कार्बन तीन पदार्थों से बना है। वैज्ञानिकों ने इस त्रियेक को अपरूपता कही। अन्य शब्दों में एक ही तत्व के तीन अपरूपी रूपांतर हो सकते हैं।

तीन कार्बन पदार्थ निम्न थे: हीरक, ग्रेफाइट और काला कार्बन। ये तीनों एक दूसरे से बहुत भिन्न हैं: "कठोरता का राजा"–हीरक, नर्म पपड़ीदार ग्रेफाइट और शुष्क कार्बन कज्जल।

इन अपरूपों के बीच अंतर का कारण यह है

कि इनके अणुओं में कार्बन परमाणुओं का क्रम असमान होता है।

हीरक में वे एक ज्यामितीय आकृति टेट्राहेड्रोन (चतुष्फलक) के शीर्ष में स्थान लेते हैं और बड़ी मजबूती के साथ अनुबंधित होते हैं। इसी कारण हीरक इतना ज्यादा कठोर होता है।

इसके विपरीत ग्रेफाइट में कार्बन परमाणु समतलों में व्यवस्थित होते हैं और समतलों के बीच अनुबंध कमजोर होते हैं। ग्रेफाइट के नर्म होने और आसानी से पपड़ी में परिवर्तित होने का यही कारण है।

जहां तक कार्बन कज्जल की संरचना का सवाल है तो इस विषय पर काफी मतभेद हैं। काफी लंबे अर्से तक यह धारणा प्रबल रही कि कार्बन कज्जल एक रवेदार पदार्थ नहीं है। इसे कार्बन की एक अक्रिस्टलीय किस्म माना गया।

परंतु अभी कुछ समय पहले यह पाया गया कि ग्रेफाइट और कार्बन कज्जल वास्तव में एक ही चीज़ है और इनका आण्विक क्रम एक समान है।

इस प्रकार केवल दो अपरूप—हीरक और ग्रेफाइट रह गये।

परंतु वैज्ञानिकों ने कार्बन की तीसरी किस्म को कृत्रिम रूप से तैयार करने का फसला किया। इस कार्य की योजना इस प्रकार बनायी गयी।

हीरक और ग्रेफाइट में कार्बन परमाणुओं की शृंखला विभिन्न क्रम में होते हुए भी बंद होती है।

क्या कार्बन परमाणुओं को खींच कर एक लंबी रैखिक शृंखला बनायी जा सकती है? अन्य शब्दों में क्या एक बहुलक अणु प्राप्त हो सकता है जो एक सरल रेखा में क्रमबद्ध कार्बनों से बना हो?

किसी रासायनिक उत्पाद को प्राप्त करने के लिये सबसे पहले आरंभिक पदार्थ की जरूरत पड़ती है। "कार्बन नंबर 3" के लिये केवल ऐसीटिलीन, दो कार्बन परमाणुओं और दो हाइड्रोजन परमाणुओं के यौगिक C_2H_2 को कच्चे माल की तरह प्रयुक्त किया जा सकता है।

ऐसीटिलीन ही क्यों? क्योंकि इसके अणु में कार्बन परमाणु हाइड्रोजन परमाणुओं की न्यूनतम संख्या के साथ अनुबंधित होते हैं। अतिरिक्त हाइड्रोजन संश्लेषण में बाधा नहीं डालेंगे।

ऐसीटिलीन में एक और महत्वपूर्ण विशेषता होती है: जैसाकि रसायनज्ञ कहते हैं, यह अभिक्रियाशील होता है। इसके अणु में कार्बन परमाणु तीन रासायनिक अनुबंधों ($H-C\equiv C-H$) द्वारा एक दूसरे के साथ जुड़े होते हैं और इनमें दो को आसानी से तोड़ा जा सकता है और बाद में इन्हें कार्बनों को अन्य अणुओं के साथ जोड़ने में प्रयुक्त किया जा सकता है उदाहरणतया, उसी ऐसीटिलीन के अणुओं के साथ।

इस प्रकार योजना का प्रथम चरण एकलकी एसीटिलीन से बहुलक पालिऐसीटिलीन प्राप्त करना था।

यह कोई प्रथम प्रयास नहीं था। उन्नीसवीं शताब्दी में जर्मन रसायनज्ञ बाएयर ने इस अभिक्रिया को संपन्न कराने का प्रयास किया, परंतु उनके परिणाम केवल टेट्राऐसीटिलीन – चार ऐसीटिलीन अणुओं के संयोजन की प्राप्ति तक सीमित रहे। यह यौगिक भी काफी अस्थायी सिद्ध हुआ। विभिन्न देशों के कई अन्य वैज्ञानिकों ने भी इसी मार्ग को अपनाया, परंतु सफलता किसी को नहीं मिली।

आखिर में कार्बनिक संश्लेषण की आधुनिक शक्तिशाली विधियों द्वारा पालिऐसीटिलीन की प्राप्ति संभव हो पायी। सोवियत वैज्ञानिकों ने कार्बनिक यौगिकों का एक नया वर्ग प्राप्त किया है, जिसे पालिनी कहते हैं। ये नवजात पदार्थ तुरंत व्यावहारिक कार्यों में प्रयुक्त होने लगे क्योंकि वे अति उत्तम अर्ध-चालक निकले।

अब कार्बन की तीसरी किस्म के संश्लेषण के दूसरे चरण की बारी आ गयी। इसके अंतर्गत पालिऐसीटिलीन अणुओं से हाइड्रोजन परमाणु इस प्रकार अलग करते थे कि प्राप्त शृंखला में केवल कार्बन परमाणु रह जायें।

रसायन की भाषा में हाइड्रोजन परमाणुओं को अलग करने के प्रक्रम को एक लंबा और नीरस नाम दिया गया है। इस प्रक्रम का सार समझाने की कोई जरूरत नहीं है: प्रयोगशाला की लॉग-बुकों में इस प्रक्रम का वर्णन लिखने में कई पृष्ठ लग गये क्योंकि

पालिऐसीटिलीन से हाइड्रोजन अलग करना काफी टेढ़ा काम साबित हुआ।

परंतु अंत में कार्बन प्राप्त हो गया। विश्वकोशों में इस पदार्थ को कार्बन का अपरूपी रूपांतर बताया गया है जिसके अणुओं की संरचना रैखिक है। कार्बिन की दो किस्में मानी जाती हैं: α कार्बन और β -कार्बन। α -कार्बन में एकल और द्वितीयक अनुबंध एकान्तरित होते हैं: $C-C=C-C=C-$ जबकि β -कार्बन में कार्बन परमाणु एक दूसरे के साथ केवल द्विक अनुबंधों से जुड़े होते हैं: $C=C=C=C=$। संयोगवश कार्बिन प्रकृति में एक अति विरल खनिज के रूप में पाया गया, जिसके गुण कभी-कभी प्राकृतिक ग्रेफाइट में विद्यमान होते हैं।

कार्बिन का व्यावहारिक प्रयोग प्रचलित हो गया है: इसे एक अर्धचालक के रूप में प्रयुक्त किया जाता है।

सम्मिश्र यौगिकों के बारे में कुछ शब्द

उन्नीसवीं शताब्दी में कई महान वैज्ञानिक हुए थे, परंतु उनमें से तीन अद्वितीय थे। विज्ञान के विकास में उनका योगदान अन्य वैज्ञानिकों से कहीं अधिक था। उन्होंने आधुनिक रसायन की नींव रखी।

उनमें से एक का नाम था—दमित्री मेंडेलीफ, जिन्होंने आवर्त नियम और तत्वों की आवर्त प्रणाली की रचना की। दूसरे वैज्ञानिक अलेक्सान्द्र बुतलेरोव

थे, जो कार्बनिक यौगिकों के संरचना-सिद्धांत के जन्मदाता थे। ये दोनों रूसी थे।

तीसरे वैज्ञानिक जर्मन रसायनज्ञ एल्फ्रेड वेरनर थे। उनकी खोज का नाम केवल दो शब्दों – "उपसहसंयोजकता सिद्धांत" तक सीमित था, परंतु अकार्बनिक रसायन के लिये यह युगप्रवर्तक सिद्ध हुआ।

यह सब तब शुरू हुआ जब रसायनज्ञों ने धातुओं और अमोनिया के बीच अभिक्रियाओं के अध्ययन का काम अपने हाथों में लिया। उन्होंने साधारण लवण के विलयन, जैसे, कापर क्लोराइड में अमोनिया विलयन मिलाया। विलयन के वाष्पीकरण के फलस्वरूप अतिसुंदर नीले-हरे रवे प्राप्त हुए। विश्लेषण ने इन्हें सामान्य संरचना वाले रवे बनाया, परंतु यह एक रहस्यमय सामान्यता थी।

कापर क्लोराइड का सूत्र $CuCl_2$ है। कापर द्विसंयोजक होता है और यहां हर बात स्पष्ट है। अमोनिया यौगिक के रवे भी इतने जटिल नहीं थे: $Cu(NH_3)_2Cl_2$ ।

परंतु दो अमोनिया अणुओं को कापर परमाणु के साथ इतने स्थायी रूप से संयोजित करने वाले बन्ध कौनसे हैं? इस परमाणु की दोनों संयोजकताएं क्लोरीन परमाणुओं के साथ अनुबंध बनाने में खर्च हो गयीं। लगता है कि इस यौगिक में कापर त्रिसंयोजक है।

ऐसा एक और उदाहरण है – कोबाल्ट यौगिक $Co(NH_3)_6Cl_3$ । कोबाल्ट एक ठेठ त्रिसंयोजक तत्व

है, परंतु इस यौगिक में यह असंयोजक लगता है।

ऐसे यौगिकों को बहुत बड़ी संख्याओं में संश्लेषित किया गया और उनमें से प्रत्येक एक देर से फटने वाली सुरंग की तरह था जिसने संयोजकता सिद्धांत की नींव में घोंसला बना रखा था।

स्थिति ने तर्कसंगत व्याख्या को चुनौती दे दी। कई धातुओं ने अतर्गल संयोजकताएं दिखायीं।

एल्फ्रेड वेरनर ने इस विचित्र घटना का कारण बताया।

उनके विचारानुसार अपनी सामान्य, मुख्य संयोजकताएं संतृप्त करने के बाद भी परमाणु अतिरिक्त संयोजकता प्रदर्शित कर सकते हैं। उदाहरण के लिये, कापर द्वारा क्लोरीन परमाणुओं पर दो मुख्य संयोजकताएं खर्च करने के बाद यह अमोनिया के साथ संयोजित होने के लिये दो अतिरिक्त संयोजकताएं ढूंढ़ लेता है।

$Cu(NH_3)_2Cl_2$ जैसे यौगिक सम्मिश्र यौगिक कहलाते हैं। इसी यौगिक में धनायन $[Cu(NH_3)_2]^{2+}$ सम्मिश्र संरचनी होता है, जैसे, $K_2[PtCl_6]$ में सम्मिश्र ऋणायन $[PtCl_6]^{2-}$ उपस्थित है।

परंतु एक धातु कितनी द्वितीयक संयोजकताएं प्रदर्शित कर सकती है? यह उसकी समन्वय संख्या पर निर्भर करता है। अंतिम का निम्नतम मान 1 और अधिकतम 12 है। ऊपर बताये कापर-अमोनिया यौगिक में यह 2 है और बताता है कि अमोनिया के कितने अणु कापर-परमाणु के साथ संयोजित हैं।

अधिकांशतया समन्वय संख्याएं 4 और 6 काम में लायी जाती हैं।

इस प्रकार असाधारण संयोजकताओं की पहेली हल हो गयी। अकार्बनिक रसायन की एक नयी शाखा – सम्मिश्र यौगिकों के रसायन का जन्म हुआ।

वर्तमान समय में एक लाख से अधिक सम्मिश्र यौगिक ज्ञात हैं। दुनिया के हर कोने में रासायनिक संस्थानों और प्रयोगशालाओं में इनका अध्ययन किया जा रहा है। केवल सैद्धांतिक सृजन में लगे रसायनज्ञ ही नहीं, जो यह जानने का प्रयास करते हैं कि चीजें कैसे और क्यों बनी हैं, अन्य वैज्ञानिक भी इन यौगिकों में रुचि ले रहे हैं।

सम्मिश्र यौगिकों के बिना जीवन असंभव है। हीमोग्लोबिन – रक्त का एक महत्वपूर्ण घटक और क्लोरोफिल – सारी बनस्पतियों के जीवन का आधार – दोनों सम्मिश्र यौगिक हैं। कई किण्व और एंजाइम सम्मिश्र संरचना के प्ररूप हैं।

विश्लेषक लोग कई सारे पदार्थों के अत्यधिक जटिल विश्लेषणों के लिये सम्मिश्र यौगिक इस्तेमाल करते हैं।

सम्मिश्र यौगिकों की सहायता से कई धातुएं अति शुद्ध अवस्था में प्राप्त की जा सकती हैं। इन्हें महत्वपूर्ण रंजकों के रूप में और जल के मृदुकरण के लिये प्रयुक्त किया जाता है। संक्षेप में सम्मिश्र यौगिक सर्वव्यापी हैं।

साधारण यौगिक में एक अनोखी बात मिलती है

हमारे दिनों में फोटोग्राफी सीखना एक बहुत आसान काम है। एक छोटा बच्चा भी यह काम कर सकता है। संभव है कि उसे इसके सारे रहस्य पता न हों (उनमें से कई विशेषज्ञों को भी यह जानकारी नहीं होती), परंतु फोटो खींचने और उन्हें डेवेलप करने के लिये उसे थोड़ा सा अभ्यास होना चाहिये और बड़ों की कुछ सलाहों का अनुसरण करना चाहिये।

अतः हमें विस्तार से यह बताने की जरूरत नहीं है कि फोटोग्राफर क्या करता है।

उदाहरण के लिये, उसे यह अच्छी तरह से पता है कि कभी-कभी फोटोओं पर भूरे रंग के धब्बे छप जाते हैं, विशेष कर, अगर उन्हें ज्यादा देर तक प्रकाश में रखा जाये। फोटोग्राफर इसका कारण कागज (या प्लेट) का अस्थायीकरण समझता है।

वैज्ञानिक शब्दावली में आप इस संबंध में पढ़ सकते हैं कि आप को प्लेट या कागज स्थायीकरण विलयन में पर्याप्त समय तक नहीं रखना चाहिये।

स्थायीकरण की क्या जरूरत होती है? जिस किसी ने फोटोग्राफी में थोड़ी सी भी रुचि ली हो, वह इस प्रश्न का उत्तर बता सकता है।

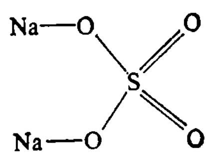
उदभासन के बाद फिल्म की सतहों पर बचे सिल्वर ब्रोमाइड को हटाने के लिये इसकी जरूरत पड़ती है।

विभिन्न तरह के स्थायीकारक खोजे गये हैं। परंतु सबसे सस्ता और विख्यात स्थायीकारक हाइपो है। रसायनज्ञ इसे सोडियम थायोसल्फेट कहते हैं।

परंतु पहले कुछ शब्द सोडियम सल्फेट के बारे में कहना चाहिये। इसकी खोज जर्मन रसायनज्ञ जोहान गलौबेर ने की और यह काफी जमाने से ज्ञात था। इसी कारण सोडियम सल्फेट को गलौबेर लवण (मज्जी) भी कहते हैं। इसका सूत्र

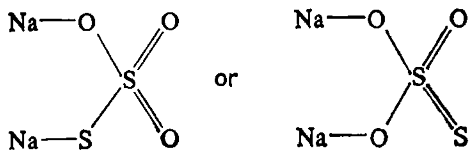
$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ है।

रसायनज्ञों को यौगिकों के संरचनी सूत्र बनाने का शौक है। वे निर्जलीय सोडियम सल्फेट को निम्न प्रकार से व्यक्त करते हैं:



इस सूत्र को एक नजर से देखने पर एक नौसिखिया भी समझ जाता है कि इस यौगिक में सल्फर षटसंयोजक है और आक्सीजन ऋणात्मक द्विसंयोजक है।

थायोसल्फेट की संरचना लगभग ऐसी ही है। एक छोटी सी बात जरूर है और वह यह है कि एक आक्सीजन परमाणु की जगह सल्फर परमाणु ने ने रखी है:



आपने देखा, यह कितना सरल है। परंतु थायोसल्फेट एक बहुत विचित्र यौगिक है। इसमें विभिन्न संयोजकताओं वाले दो सल्फर परमाणु उपस्थित हैं। एक का आवेश 6+ है और दूसरे का 2—। रसायनज्ञों का ऐसी संवृति के साथ वास्ता बहुत कम पड़ता है।

हमें सर्वाधिक साधारण चीजों में कई बार बहुत अद्वितीय गुण मिलते हैं।

हम्फरी डेवी को क्या बात पता नहीं थी?

प्रसिद्ध अंग्रेज़ रसायनज्ञ हम्फरी डेवी के वैज्ञानिक कार्यों की सूची निस्संदेह बहुत लंबी है।

वे एक प्रतिभाशाली वैज्ञानिक के साथ-साथ एक उत्तम अनुसंधाता भी थे। डेवी ने जिस भी काम को हाथ में लेते थे, उसे सफलतापूर्वक जरूर बिटाते थे। उन्होंने कई नये रासायनिक यौगिक प्राप्त किये और अनुसंधान की बहुत सारी नयी विधियां विकसित कीं। अंत में डेवी ने चार तत्वों की खोज की। ये तत्व थे—पोटेशियम और सोडियम, मैग्नीशियम और

बेरियम। उन्होंने ये तत्व बहुत समय से ज्ञात यौगिकों के विद्युत-अपघटन द्वारा प्राप्त किये।

उनके कार्यों में से एक में एक साधारण रासायनिक यौगिक – क्लोरीन हाइड्रेट $Cl_2 \cdot 6H_2O$ की प्राप्ति का वर्णन किया गया है। इस यौगिक में जल के छः अणु क्लोरीन अणु के साथ संयोजित होते हैं।

हालांकि डेवी ने इस पदार्थों के गुणों का अति विस्तार से अध्ययन किया, परंतु उन्हें यह कभी नहीं पता चला कि उन्हें एक बिल्कुल नयी किस्म का एक यौगिक प्राप्त हो गया है, जिसमें एक भी रासायनिक अनुबंध नहीं है।

यह बात केवल बीसवीं शताब्दी के रसायनज्ञों को स्पष्ट हुई। उन्होंने संयोजकता की आधुनिक परिकल्पना के अनुसार क्लोरीन हाइड्रेट के अस्तित्व का वर्णन करने के प्रयास किये, परंतु वे सफल नहीं हुए: यह काम बहुत टेढ़ा साबित हुआ।

दशकों से रसायनज्ञ इस प्रश्न का उत्तर ढूंढ़ रहे थे कि क्या निष्क्रिय गैसें वास्तव में निष्क्रिय हैं या किसी विशेष तरीके से उन्हें रासायनिक अभिक्रियाओं में भाग लेने योग्य बनाया जा सकता है? हमें पहले से ही इस प्रश्न का उत्तर पता है। परंतु इस प्रश्न का उत्तर ज्ञात होने से पहले ही वैज्ञानिकों ने आर्गान, क्रिप्टान, जीनान और निआन के कई हाइड्रेट बनाने में सफलता प्राप्त कर ली।

इन हाइड्रेटों में एक भी साधारण रासायनिक

अनुबंध नहीं था। इसके बावजूद भी उनमें से कई अपेक्षाकृत स्थायी पदार्थ थे।

साधारण कार्बनिक यौगिक यूरिया वैज्ञानिकों के लिये एक और पहेली बना हुआ था। यह बड़ी सरलता से कई हाइड्रोकार्बनों और ऐलकोहालों के साथ संयोजित हो गया। इस अजीब "दोस्ती" पर आश्चर्य हो रहा था: किन बलों ने यूरिया और ऐलकोहाल को एक-दूसरे की ओर आकर्षित कर दिया? रासायनिक बलों के अलावा किसी भी चीज ने . . .।

कुछ भी हो, रासायनिक अनुबंधों रहित यौगिकों, पदार्थों का नया वर्ग बड़ी तेजी से बढ़ने लगा।

परंतु इस बात में कोई अलौकिकता नहीं दिखायी दी।

संयोजित होने वाले दोनों अणु समान नहीं हैं। उनमें से एक "मेजबान" का कार्य करता है और दूसरा "मेहमान" का।

मेजबान अणु एक रवेदार जाली बनाते हैं। इस जाली में हमेशा कुछ दरारें होती हैं जो परमाणुओं से नहीं भरी होती हैं। "मेहमान" अणु इन दरारों में घुस जाते हैं। परंतु मेहमानदारी एक अजीब किस्म की होती है। अतिथि मेजबान के साथ काफी लंबे अर्से तक रहते हैं क्योंकि उन्हें रवेदार जाली की दरारों से निकलने में काफी दिक्कत महसूस होती है।

इस प्रकार गैस क्लोरीन, आर्गान, क्रिप्टान

और अन्यों के अणु जल की रवेदार जाली की दरारों में फंस गये।

अब रसायनज्ञ इन तथा अन्य कई पदार्थों को, जिनके विभिन्न अणुओं के बीच एक भी रासायनिक अनुबंध नहीं होता, जालकित (या कोशिकीय) यौगिक कहते हैं।

26, 28 या और कोई अद्वितीय यौगिक

इन पदार्थों को कैटीनेन कहते हैं। लातीनी भाषा में कैटीना का अर्थ "श्रृंखला" होता है।

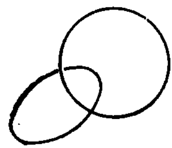
तो क्या हुआ? श्रृंखला शब्द सारी बात थोड़ी बना देता है। यह कार्बनिक रसायन की शब्दावली का एक आम शब्द है।

परंतु सभी श्रृंखलाएं समान नहीं होतीं, इनमें अन्तर होता है। हमें उनके द्वारा बनाये रैखिक या शाखित और कभी-कभी काफी जटिल पैटर्न देखने के अवसर मिले हैं।

अब जरा ठहर जाइये और एक क्षण के लिये सोचिये, कार्बनिक रसायन में श्रृंखला की धारणा ग्राफीय है, परंतु बहुत ज्यादा सुनिश्चित नहीं है। रोज की भाषा में श्रृंखला शब्द का अर्थ कुछ और ही है। इसके योजकों के पास कोई स्थिर मेकेनिकल अनुबंध नहीं है, परंतु वे एक दूसरे में स्वतंत्रता से गुजर जाते हैं। कार्बनिक यौगिकों में चक्र एक दूसरे के साथ रासायनिक अनुबंधों द्वारा संयुक्त होते हैं,

उदाहरण के लिये, ऐन्थ्रसीन में तीन बेंजीन छल्ले हैं। यह चक्रों की शृंखला से मिलता है परंतु फिर भी यह एक शृंखला नहीं है।

अतः रसायनज्ञों ने इस प्रश्न का हल ढूंढ़ना शुरू किया कि क्या पृथक चक्र एक साधारण शृंखला के योजकों की तरह आपस में निम्न प्रकार से जोड़े जा सकते हैं?



संक्षेप में वे चक्रीय अणुओं को किसी रासायनिक अनुबंध के बिना एक मेकेनिकल फैशन से जोड़ना चाहते थे।

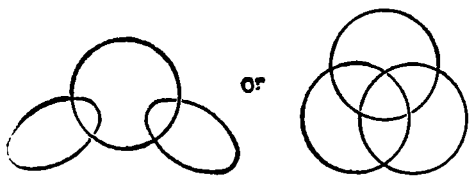
यह आकर्षक विचार बहुत दिनों तक वैज्ञानिकों के दिमाग में छाया रहा। सिद्धांत उनके पक्ष में था। उसने ऐसे संश्लेषण में किसी प्रकार की अलंघनीय रुकावटें नहीं पैदा की। रसायनज्ञों ने सैद्धांतिक रूप से चक्र में विद्यमान कार्बन परमाणुओं की संख्या की गिनती तक कर डाली।

जहां तक व्यवहार की बात है तो स्थिति काफी खराब थी। हर बार संश्लेषण किसी न किसी चरण पर गतिरोधी हो जाता था और रसायनज्ञों को तरह-तरह के नये तरीके सोचने पाड़ते थे।

1964 में अप्रैल की एक सुनहरी सुबह को नये यौगिक का जन्म हुआ। इसके जन्मदाता दो जर्मन रसायनज्ञ – लूटरीन्गहास और शील थे। इसके लिये बीस क्रमबद्ध रासायनिक प्रक्रियाओं, बीस चरणों की जरूरत पड़ी।

यौगिक में दो चक्रीय अणु थे, जो शृंखला के योजकों की तरह अंतर्ग्रथित थे। एक योजक में 26 और दूसरे में 28 कार्बन परमाणु थे। अतः पदार्थ को इतना शुष्क नाम दिया गया: कैटीनेन 26, 28।

दो अंतर्ग्रथित छल्ले अब कैटीनेन रसायन का प्रतीक भी बन चुके हैं। अब वैज्ञानिक और ज्यादा जटिल छल्लों पर काम कर रहे हैं, जैसे;



ये तीन योजक-कैटीनेनों के नमूने हैं।

बायें कैटीनेन में मध्यवर्ती योजक में 26 कार्बन परमाणु और बाह्य में 20, 20 होने चाहियें। दायें कैटीनेन अर्थात् तीन छल्लों वाले में प्रत्येक में कम से कम 30 परमाणु जरूर होने चाहियें।

नये परिवार के प्रथम नवजात कैटीनेन 26, 28 का बाह्य रूप आश्चर्यजनक साधारण है: यह 125° C पर पिघलने वाला रवेदार पाउडर है।

क्या कैटीनेन प्रकृति में उपलब्ध हैं? प्रकृति

में हर चीज कार्यसाधक है। उसकी कोई भी चीज बेकार नहीं जाती। अगर प्राकृतिक कैटीनेन हैं, तो उनके लिये विशेष काम होने चाहियें।

वैज्ञानिकों का काम उन्हें ढूंढ़ना है।

केडेट के द्रव के गुणगान

1760 में फ्रेंच रसायनज्ञ केडेट ने विज्ञान के इतिहास में एक बहुत बड़ा काम कर दिया हालांकि उन्हें खुद इस बात की जानकारी नहीं थी।

उन्होंने अपनी प्रयोगशाला में निम्न प्रयोग किया (हम नहीं जानते कि उनका उद्देश्य क्या था): केडेट ने पोटेशियम ऐसीटेट को आर्सेनिक आक्साइड के साथ गर्म किया। इस प्रयोग का परिणाम उन्हें कभी पता नहीं चला क्योंकि प्राप्त पदार्थ वास्तव में एक पैशाचिक प्रकृति दर्शा रहा था।

यह काले रंग का गाढ़ा द्रव था। यह वायु में धुआं छोड़ता था तथा आसानी से ज्वलित हो जाता था। इसके अलावा इसमें से असहनीय दुर्गंध आती थी।

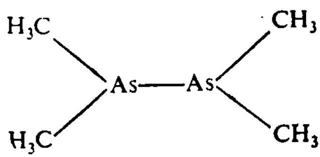
लगभग 70 वर्ष बाद केडेट की "दुरभि-संधि" का विश्लेषण किया गया। इसके मुख्य घटक बहुत अनोखी प्रकृति वाले आर्सेनस यौगिक निकले।

इन यौगिकों में क्या अनोखापन था, यह बात समझने के लिये हम याद दिलाना चाहेंगे कि सभी कार्बनिक यौगिकों में एक महत्वपूर्ण विशिष्टता

उभयनिष्ट होती है: वे कार्बन परमाणुओं की शृंखलाओं पर आधारित हैं – रैखिक, शाखित या चक्रीय शृंखलाओं पर। यह बात सच है कि कुछ अन्य तत्वों के परमाणु भी इन शृंखलाओं में घुस सकते हैं। परंतु ऐसे तत्व बहुत कम हैं (उन्हें कार्बजन कहते हैं): आक्सीजन, नाइट्रोजन, हाइड्रोजन, सल्फर और शायद फास्फोरस।

आर्सेनिक निश्चित रूप से इनमें शामिल नहीं होता।

केडेट के द्रव में एक पदार्थ डाइकैकोडिल (यूनानी शब्द "कैकोडेस" से, जिसका अर्थ "बदबूदार" होता है) उपस्थित था। इसकी संरचना ऐसी है कि आर्सेनिक परमाणु कार्बन परमाणुओं के बीच घुस गये हैं, अतः



वे कार्बनिक यौगिक, जिनकी कार्बन शृंखलाओं में अकार्बजन तत्वों (धातुओं या अधातुओं) के परमाणु विद्यमान होते हैं, अब विषम-कार्बनिक यौगिक (कार्बधात्विक, अगर तत्व एक धातु है) कहलाते हैं।

इस प्रकार केडेट ने विश्व में पहले विषम-कार्बनिक यौगिक का संश्लेषण किया।

आज ऐसे हजारों पदार्थ ज्ञात हैं। विषम-कार्बनिक और मुख्यतः कार्ब-धात्विक रसायन रसायन का एक बड़ा स्वतंत्र विभाग, इसका मुख्य अध्याय बन गया है।

इसने कार्बनिक और अकार्बनिक रसायन के बीच एक पुल बना दिया है और एक बार फिर से यह दिखा दिया है कि हमारे जमाने में विज्ञानों का वर्गीकरण कितना औपचारिक है।

निस्संदेह यह इस किस्म का कार्बनिक रसायन है जो ऐसे यौगिकों का अध्ययन करता है, जिनमें धातुएं निर्जीव प्रकृति के विशिष्ट प्रतिनिधि, सर्वाधिक महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं।

दूसरी ओर क्या इसे अकार्बनिक रसायन कहा जा सकता है, अगर इसके तत्व पदार्थों की बहुत बड़ी संख्या काफी अंश तक शुद्ध कार्बनिक संजात हैं?

कार्ब-धात्विक पदार्थों में विज्ञान की बहुत रुचि है। एक धात्विक परमाणु और एक कार्बन परमाणु के बीच अनुबंध उनकी मुख्य विशेषता है।

बड़ी बिल्डिंग के मुख्य उपग्रुप की लगभग सारी धातुएं कार्ब-धात्विक यौगिकों में उपस्थित मिल सकती हैं। इन पदार्थों के गुण बहुत विविध हैं।

कुछ शून्य से काफी निम्न तापमान पर भी बड़ी शक्ति के साथ विस्फोटित होते हैं। दूसरी ओर अन्य ताप के उत्तम प्रतिरोधी होते हैं।

कुछ रासायनिक रूप से बहुत सक्रिय होते हैं

जबकि दूसरे विभिन्न प्रकार के बाह्य प्रभावों का अनिच्छा से उत्तर देते हैं।

विषम-कार्बनिक यौगिकों के प्रयोग का क्षेत्र बहुत विस्तृत है और व्यावहारिक रूप से असीम है। ये प्लास्टिक और रबर, अर्धचालकों और परम शुद्ध धातुओं के उत्पादन में प्रयुक्त किये जाते हैं; ये औषधियों और कृषि पीड़कनाशियों और राकेट तथा मोटर इंधनों के घटकों के रूप में इस्तेमाल होते हैं। अंत में, ये बहुत परिवर्तनशील रासायनिक अभिकर्मक और उत्प्रेरक हैं। ये कई महत्वपूर्ण प्रक्रियाओं को सफलतापूर्वक संपन्न करते में सहायक सिद्ध होते हैं।

सोवियत संघ में विषम-कार्बनिक रसायनज्ञों का एक बड़ा ग्रुप है जिसकी स्थापना अकादमीशियन अलेक्सान्द्र नेस्मेयानोव ने की।

TEL की कहानी

TEL संकेताक्षर है। यह उस यौगिक का नाम है जो मनुष्य की व्यावहारिक गतिविधियों में बहुत उपयोगी सिद्ध होता है। यह पेट्रोल की बचत करता है। किसी ने भी कभी यह गिनने की कोशिश नहीं की कि TEL ने सारे इतिहास में कुल कितने लीटर पेट्रोल की बचत की है, परंतु निस्संदेह यह काफी प्रभावशाली संख्या निकलेगी।

रहस्यमय TEL क्या चीज है? एक रसायनज्ञ कहेगा: हाइड्रोकार्बन एथेन का धात्विक लेड के साथ

एक कार्बधात्विक यौगिक। एथेन (C_2H_6) के चारों अणुओं में से प्रत्येक से एक हाइड्रोजन परमाणु पृथक करके और प्राप्त हाइड्रोकार्बन मूलों (C_2H_5) को एक लेड परमाणु के साथ मिलाकर आप एक अति साधारण सूत्र – $Pb(C_2H_5)_4$ वाला पदार्थ प्राप्त करेंगे। इसे टेट्रा एथिल लेड या संक्षेप में TEL कहते हैं।

TEL एक भारी द्रव होता है। इसका रंग हलका हरा होता है तथा इसकी गंध ताजे फल जैसी होती है, परंतु यह बहुत ज्यादा हानिकारक होता है। इसकी गिनती सर्वाधिक तीव्र विषों में की जाती है।

TEL के बाह्य रूप से कुछ पता नहीं चलता। यह अन्य पदार्थों जैसा लगता है; रसायनज्ञों को इससे कहीं ज्यादा अद्वितीय तत्वों की जानकारी है। परंतु अगर मोटर-गाड़ी के टैंक में भरे पेट्रोल में एक प्रतिशत TEL मिला दें, तो जादू हो जाता है।

किसी भी मोटर या हवाई जहाज का हृदय उसका आंतरिक दाह-इंजन होता है। इसकी कार्य-प्रणाली बहुत सरल होती है। एक सिलिंडर में पेट्रोल और वायु का मिश्रण संपीडित किया जाता, इसके बाद इस मिश्रण को विद्युत चिंगारी द्वारा जलाया जाता है। एक विस्फोट होता है और ऊर्जा उत्सर्जित होती है जो इंजन को चालू कर देती है।

मिश्रण के संपीडन अनुपात पर सब कुछ निर्भर करता है। यह अनुपात जितना उच्च होता है, इंजन

की शक्ति उतनी ही अधिक होती है तथा इंधन किफायत से इस्तेमाल होता है। यह सिद्धांत है। व्यावहार में हम मिश्रण को अपनी इच्छानुसार बहुत अधिक उच्च स्तर तक संपीडित नहीं कर सकते। इसके परिणामस्वरूप इंजन में "खराबी" आ जाती है। इंधन के अधूरे, असमान दहन से इंजन बहुत ज्यादा गर्म हो जाता है, इसके पुर्जे बड़ी जल्दी घिस जाते हैं और यह पेट्रोल का खर्चा हद से ज्यादा बढ़ा देता है।

इंजन के डिजाइन में लाये सुधारों और पेट्रोल के शुद्ध ग्रेडों से यह "खराबी" कुछ हद तक कम कर दी गयी, परंतु पूरी तरह से दूर नहीं की जा सकी। इंजन की मोटरें हद से ज्यादा गर्म होती रहीं और मिश्रण के असमान विस्फोटन से उनकी कार्य-अवधि कम होती रही।

काफी सोच-विचार के बाद वैज्ञानिक इस निष्कर्ष पर पहुंचे कि विस्फोट का दमन और मिश्रण का समान रूप से दहन केवल तभी संभव हो सकता है, जब इंधन के गुण बदल दिये जायें।

परंतु कैसे?

थोमस मिडग्ले, एक अमरीकी रसायनज्ञ ने इस प्रश्न का हल ढूंढ़ने की दिशा में काफी मेहनत की। उनका पहला सुझाव बहुत आश्चर्यजनक था। उनका दावा था कि अगर पेट्रोल को लाल रंग में रंग दिया जाये, तो यह ज्यादा ऊष्मा अवशेषित करेगा और अधिक उड़नशील बन जायेगा। इसके

फलस्वरूप इंधन-वायु मिश्रण का संपीडन और भी ज्यादा बेहतर होगा।

मिडग्ले ने पेट्रोल को रंगने के लिये उसमें थोड़ा सा आयोडीन मिला दिया। और उन्हें यह देखकर बहुत खुशी हुई कि पेट्रोल वास्तव में कम विस्फोटित होने लगा था। परंतु जैसे ही आयोडीन की जगह साधारण पेंट मिलाया गया, मोटर फिर से पुरानी खराबियों का शिकार होने लगी।

अतः यह सिद्ध हो गया कि रंग को कोई लाभ नहीं होता था। मिडग्ले की खोज ज्यादा देर तक कायम नहीं रही। उनका यह प्रतिभाशाली विचार ठीक था कि संभवतया कुछ ऐसे पदार्थ होने चाहियें जिनकी थोड़ी सी मात्रा मिलाने पर पेट्रोल काफी उत्तम किस्म का हो जा सकेगा।

आयोडिन ने कुछ हद तक यह काम कर दिखाया। अन्य पदार्थ, साधारण या यौगिक ढूंढ़े जाते थे। वैज्ञानिकों ने दर्जनों, सैकड़ों यौगिकों का परीक्षण किया। अंत में वैज्ञानिक इस महत्वपूर्ण निष्कर्ष पर पहुंचे कि अपस्फोटरोधी कर्मक उच्च परमाणु भार वाले तत्वों के यौगिकों के बीच ढूंढ़ने चाहियें। उदाहरण के लिये, इस संबंध में लेड "यौगिकों का परीक्षण किया जा सकता है।

परंतु लेड को पेट्रोल में कैसे मिलायें? न तो धातु पेट्रोल में घुलती है और न ही इसके लवण घुलते हैं। एक ही तरीका संभव हो सकता है और

वह यह कि लेड के कुछ कार्बनिक यौगिक प्रयुक्त किये जायें।

तब पहली बार शब्द "टेट्राएथिललेड" TEL उच्चारित किया गया। यह 1921 की बात थी।

पेट्रोल में TEL की बहुत थोड़ी सी मात्रा मिलाने से आश्चर्यजनक परिणाम प्राप्त हुए। इंधन की कोटि तुरंत उत्तम हो गयी। इंधन-वायु का मिश्रण अब पहले से दोगुना ज्यादा संपीडित किया जा सकता था। इसका मतलब यह था कि उसी गति पर पहले की तुलना में अब पेट्रोल की खपत केवल आधी होगी। मोटर-गाड़ियों और हवाई जहाजों की क्रिया-विधि मे मिसफायर दूर कर दिये गये।

और यहां हम एक विचित्र आर्थिक सूचना दे रहे हैः विश्व में TEL का उत्पादन इतना अधिक है कि लेड के प्राकृतिक स्रोत खतरे में हैं।

TEL में एक बहुत बड़ी खराबी है – इसकी उच्च विषाक्तता। आपने शायद ऐसे ट्रक देखे होंगे जिनके ऊपर निम्न शब्द लिखे होते हैं: "एथिल पेट्रोल. विष"। TEL मिले पेट्रोल के साथ काफी सावधानी बरतनी चाहिये।

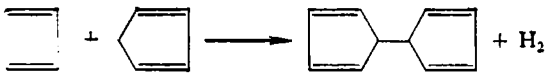
अपस्फोटरोधी कर्मकों में TEL पायनियर था और अभी भी इसकी गिनती सर्वाधिक महत्वपूर्ण कर्मकों में की जाती है। परंतु वैज्ञानिक इसकी जगह कोई अन्य इतना ही प्रभावशाली, परंतु अहानिकर पदार्थ ढूंढने की समस्या पर गंभीरता से विचार कर रहे हैं।

एक ऐसा पदार्थ ढूंढ भी लिया गया है। इसे CMT कहते हैं। अगर आप इससे परिचित होना चाहते हैं, तो अगली कहानी पढ़िये।

अनोखे सैंडविच

आज ज्ञात कार्ब-धात्विक यौगिकों की संख्या दस हजार से ऊपर पहुंच चुकी है। परंतु लगभग चालीस साल पहले कार्ब-धात्विक रसायन में बहुत सारी जगह खाली पड़ी थी। रसायनज्ञों को कार्बनिक अणुओं में संक्रमण धातुओं के आरोपण का कोई तरीका समझ में नहीं आ रहा था। संक्रमण धातुएं वे हैं जो आवर्त सारणी के द्वितीयक उपग्रुप में रखी गयी हैं। इन धातुओं की संख्या पचास से कुछ कम है। जब रसायनज्ञों ने इन धातुओं के कार्बनिक यौगिक प्राप्त करने में सफलता हासिल कर ली, तो पता चला कि ये यौगिक बहुत अस्थायी थे। 1951 में, जैसाकि विज्ञान के इतिहास में कई बार हुआ है, महामहिम "संयोग" का आगमन हुआ। अंग्रेज रसायनज्ञ पाउसन ने अपने शिष्य केली को एक बड़ा कठिन काम दिया। केली को एक हाइड्रोकार्बन संश्लेषित करना था जिसका नाम बहुत लंबा था – डाइसाइक्लोपेंटाडाइएनिल। इस काम को पूरा करने के लिये दो पांच सदस्यी कार्बन चक्रों को जोड़ना आवश्यक था। अन्य शब्दों में C_5H_6 सूत्र वाले दो यौगिकों से

एक $C_{10}H_{10}$ (यह माना गया कि दो हाइड्रोजन परमाणु विभाजित हो जायेंगे) बनाना था।



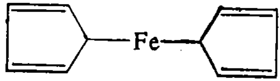
Cyclopentadienes Dicyclopentadiene

केली को पता था कि यह अभिक्रिया केवल उत्प्रेरक की उपस्थिति में घट सकती है, अतः उन्होंने इस काम के लिये फेरस क्लोराइड चुना।

एक सुहावनी सुबह को पाउसन और केली के आश्चर्य का ठिकाना न रहा। प्रत्याशित रंगहीन द्रव की जगह अभिक्रिया उत्पाद अतिसुंदर नारंगी रंग के रवे थे और लात मारने पर भी स्थायी बने रहे थे। वे 500° C तक स्थायी थे जो कि कार्बनिक रसायन के लिये एक असाधारण बात थी।

परंतु प्रोफेसर और शिष्य को और भी ज्यादा आश्चर्य तब हुआ, जब उन्होंने रहस्यमय रवों का विश्लेषण किया और आश्चर्यचकित होने की कोई वजह भी थी। रवों में कार्बन, हाइड्रोजन और... लोहा मिले। विशिष्ट संक्रमण धातु लोहा विशिष्ट कार्बनिक पदार्थों के साथ संयोजित हो गया था।

इस कार्ब-लौह यौगिक का सूत्र भी असामान्य निकला :



दोनों छल्ले (साइक्लोपेंटाडाइएनिल) समतल समपेथभुजीय हैं। ऐसा लगता है जैसेकि डबलरोटी के दो स्लाइसों के बीच लौह परमाणु लगा दिया गया हो। इस तरह के यौगिकों को अब "सैंडविच" कहते हैं।

फेरोसीन (हमारे कार्ब-लौह यौगिक का यह नाम रखा गया) "सैंडविच" परिवार का पहला सदस्य बन गया।

सुविधा के लिये हमने फेरोसीन को एक समतल में दिखाया है, परंतु वास्तविक्ता में इसके अणु की संरचना काफी जटिल होती है।

फेरोसीन का संश्लेषण आधुनिक रसायन की सर्वाधिक सनसनीखेज घटनाओं में गिना जाता है। सिद्धांतवादियों और व्यवसायिओं दोनों को कार्ब-धात्विक रसायन की संभावनाओं संबंधी अपने बहुत सारे विचारों पर पुनर्विचार करना पड़ा।

फेरोसीन का जन्म 1951 में हुआ। आज ऐसे कई दर्जन "सीन" ज्ञात हैं। लगभग सभी संक्रमण धातुओं के लिये "सैंडविच" यौगिक प्राप्त कर लिये गये हैं।

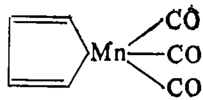
फिलहाल वे केवल सैद्धांतिक रसायनज्ञों की रुचि का विषय हैं। जहां तक व्यावहारिक प्रयोग का

सवाल है, तो सारी बातें अभी स्पष्ट नहीं हुई हैं। परंतु . . .

और अब CMT से परिचित कराने का वक्त आ गया है। इस पदार्थ का पूरा नाम बहुत लंबा है, परंतु इसे याद करना आसान है क्योंकि यह तुकान्त है:

साइक्लोपेंटाडाइएनिल – मैंगनीजट्राइकार्बोनिल।

और इसके अणु का विन्यास भी आसानी से लिखा जा सकता है:



"डबलरोटी के दूसरे स्लाइस" (साइक्लोपेंटा-डाइएनिल छल्ले) की जगह भराव (मैंगनीज परमाणु) कार्बन मोनोआक्साइड के तीन अणुओं द्वारा जुड़ा है।

CMT एक श्रेष्ठ अपस्फोटरोधी कर्मक है। इसका काम हमारे पुराने दोस्त TEL से बढ़िया है और इसका कारण यह है कि CMT करीब-करीब अहानिकारक है।

कार्बन मोनोआक्साइड की अजीब सनक

इस यौगिक में कोई अनोखी बात नहीं है: कार्बन का एक परमाणु और आक्सीजन का एक

परमाणु। इसे कार्बन मोनोआक्साइड कहते हैं। यह बहुत विषाक्त होता है और रासायनिक अभिक्रियाओं में अनिच्छा से भाग लेता है। CO सूत्र वाले पदार्थ के ये संक्षिप्त गुण हैं।

आप विश्वास करें या नहीं, 1916 में जर्मनी के एक रासायनिक प्लांट में एक साधारण घटना घटी। किसी ने एक बहुत पुराने सिलिंडर को इस्तेमाल करने का फैसला किया। इस सिलिंडर में लगभग पांच साल तक दो गैसों – हाइड्रोजन और कार्बन मोनोआक्साइड का मिश्रण दाब के अंदर रखा गया था। इसे खोलकर गैसें बाहर निकाल दी गयीं और इसके तले पर हलके भूरे रंग का एक द्रव मिला, जिसमें से अप्रिय, कूड़े जैसी गंध आ रही थी।

यह द्रव एक ज्ञात, परंतु बहुत विरल रासायनिक यौगिक निकला, जिसमें एक लौह परमाणु और कार्बन मोनोआक्साइड के पांच अणु उपस्थित थे। रासायनिक पुस्तिकाओं के अनुसार इसका नाम लौह पेंटाकार्बोनिल $Fe(CO)_5$ था।

संयोगवश वैज्ञानिक खोजों की किस्मत की बात करते हुए हम यहां बताना चाहेंगे कि लौह पेंटकार्बोनिल एक ही दिन 15 जून 1891 दो वैज्ञानिगों ने प्राप्त किया: बर्थलोट ने फ्रांस में और मोन्ड ने इंगलैंड में। ऐसा संयोग बहुत कम होता है।

जब इस बात की खोज की गयी कि सिलिंडर के अंदर पदार्थ कैसे बन गया, तो यह पता चला कि कोई अलौकिक बात नहीं ई है। हाइड्रोजन ने

लौह ग्राक्साइड को धातु में अपचयित करके पात्र की आंतरिक सतह को बहुत ज्यादा सक्रिय बना दिया। दाब के अंदर कार्बन मोनोग्राक्साइड लौह के साथ अभिक्रिया कर गया था। अभिक्रियाओं के मेकेनिज्म का अध्ययन करके उसी प्लांट के रसायनज्ञों ने एक उपकरण बनाया, जिसमें पदार्थ की दर्जनों किलोग्राम मात्रा प्राप्त की जा सकती थी।

वास्तव में लौह पेंटाकार्बोनिल व्यावहारिक कार्य में प्रयुक्त होने लगा था। यह इतना अपस्फो-टनरोधी कर्मक नहीं था। एक विशेष इंधन प्राप्त किया गया जिसमें लौह पेंटाकार्बोनिल उपस्थित था। इसे मोटेलीन कहा गया। परंतु मोटर-कारों ने मोटे-लीन ज्यादा अर्से तक प्रयोग नहीं किया। पेंटाकार्बो-निल बड़ी आसानी से दो अवयवों में विभाजित हो जाता था और प्राप्त लौह पाउडर इंजन के पिस्टन के छल्लों को अवरुद्ध कर देता था। और इसी वक्त TEL की खोज हुई।

आप लौह पेंटाकार्बोनिल के सरल विभाजन पर ज्यादा ध्यान न दें और कुछ अन्य बातों पर गौर करें।

कार्बोनिलों की बहुत बड़ी संख्या ज्ञात हैं: क्रोमियम, मालिब्डेनम, टंग्स्टन, यूरेनियम, कोबाल्ट, निकेल, मैंगनीज और रीनियम आदि के। इन यौगिकों के विभिन्न गुण विद्यमान हैं: कुछ द्रव हैं, कुछ ठोस हैं, कुछ आसानी से विभाजित हो जाते हैं, जबकि अन्य काफी स्थायी होते हैं।

परंतु इन सबमें एक बहुत अनोखा गुण होता है: संयोजकता की आम धारणा कार्बोनिलों पर लागू नहीं होती।

यह याद दिलाना पड़ेगा कि सम्मिश्र यौगिकों में उदासीन अणुओं की विभिन्न संख्याएं धात्विक आयनों के साथ संयोजित होती हैं। इसी कारण सम्मिश्र यौगिकों के रसायन में संयोजकताओं की जगह समन्वय संख्याएं इस्तेमाल की जाती हैं। समन्वय संख्या दिखाती है कि केन्द्रीय परमाणु के साथ कितने अणु, परमाणु या सम्मिश्र आयन जुड़े हैं।

कार्बोनिक प्रकृति की खोज के और भी ज्यादा निराले फल हैं। इनमें उदासीन परमाणु उदासीन अणुओं के साथ संयोजित होते हैं। इन यौगिकों में धातुओं की संयोजकता शून्य के बराबर माननी चाहिये क्योंकि कार्बन मोनोआक्साइड एक उदासीन अणु होता है।

यह रसायन का एक और विरोधाभास है और सच कहें तो अभी तक इसकी कोई सैद्धांतिक व्याख्या नहीं दी गयी है।

अतः अब सिद्धांत की दुनिया की हमारी सैर खत्म होती है।

अभ्यास ने धात्विक कार्बोनिलों को एक स्वादिष्ठ निवाला पाया है। पहली बात उत्प्रेरकों के रूप में। परंतु कार्बोनिलों के इससे भी ज्यादा महत्वपूर्ण उपयोग हैं।

आइये, हम उस किस्से की ओर लौटते हैं जिसमें एक पुराने सिलिंडर में प्राप्त अनोखा द्रव लौह पेंटाकार्बोनिल निकला... लंबी कहानी को छोटा करने के लिये हम यह कहेंगे कि उस प्लांट में लौह पेंटाकार्बोनिल का औद्योगिक स्तर पर उत्पादन शुरू हो गया। परंतु एक बार जब संश्लेषण उपकरण का आपरेटर ऊंघ रहा था, पेंटाकार्बोनिल एक छेद से बाहर निकलने लगा। पदार्थ की वाष्पें पास में रखी स्टील की एक चादर पर जमा हो गयीं। आपरेटर को शीघ्र ही छेद का पता चल गया और उसने शीघ्रता के साथ उसे बंद कर दिया, परंतु इस कार्य के दौरान उसने अनजाने में पास पड़ी चादर को खिसका दिया, जिसके परिणामस्वरूप वह प्लेट-फार्म से नीचे गिर गयी।

शिकारियों के बीच एक कहावत प्रसिद्ध है: "साल में एक बार एक छड़ी भी गोली दाग देगी"। स्टील की चादर, जो इतने अर्से तक धूप में शांति के साथ पड़ी रही थी, फर्श से टकराते ही विस्फोटित हो गयी।

इस घटना की जांच के लिये एक विशेष "जांच समिति" नियुक्त की गयी। इस समिति को कई बार बैठकें आयोजित करनी पड़ीं। विशेषज्ञ इस निष्कर्ष पर पहुंचे कि चादर के "विस्फोटित" होने का कारण यह था कि उसके ऊपर एक बढ़िया किस्म के लौह पाउडर की तह जम गयी थी। सारे विभाजित पाउडर सामान्यतया विस्फोटित हो जाते हैं;

उदाहरण के लिये, फर्श की धूल और चीनी पाउडर से हुए विस्फोट ज्ञात हैं।

पेंटाकार्बोनिल के विभाजन के फलस्वरूप चादर पर लौह पाउडर जम गया था।

धात्विक कार्बोनिलों के विभाजन से उत्तम धात्विक पाउडरों की प्राप्ति में वैज्ञानिकों ने बहुत ज्यादा रुचि दिखायी।

उन्होंने यह निर्धारित किया कि ऐसे पाउडरों में अति विशिष्ट गुण विद्यमान होते हैं। उनके कण बहुत सूक्ष्म होते हैं–व्यास एक माइक्रोन से जरा सा अधिक होता है। उदाहरणतया, लौह पाउडर मजबूत धात्विक शृंखलाओं वाले रोयेंदार लौह "ऊन" के रूप में प्राप्त किया जा सकता है। गर्म सतह पर जमाये जाने पर कार्बोनिल उसके ऊपर एक मजबूत और बारीक फिल्म बनाते हैं। ऐसे पाउडरों और बारीक फिल्मों में अति महत्वपूर्ण चुंबकीय और वैद्युत गुण विद्यमान होते हैं जिसके कारण ये रेडियो इंजीनियरी और इलेक्ट्रानिक में विस्तृत रूप से प्रयुक्त किये जा रहे हैं। पाउडर धात्विकी कार्बोनिल पाउडरों में रुचि ले रही है।

आक्सीजन धन फ्लुओरीन

"तो क्या कहा जाये?" कुछ दशकों पहले किसी भी रसायनज्ञ ने चिल्ला कर कहा होगा। "आक्सीजन और फ्लुओरीन, दो सर्वाधिक सक्रिय

अधातुओं का यौगिक? यह बकवास है। आक्सीजन और फ्लुओरीन एक दूसरे के साथ अभिक्रिया नहीं करते...।"

आज के अनुसंधाता को यह जानकर बहुत आश्चर्य होगा कि किसी जमाने में वैज्ञानिकों को ऐसी गलतफहमी हो गयी थी।

इसका कारण यह था कि उन दिनों अनुसंधाता धात्विक फ्लुओरीन के साथ कार्य करने में पूर्णतया कुशल नहीं हुए थे और तब की प्रायोगिक तकनीक आधुनिक रसायन की तरह बहुत विकसित नहीं थी। उदाहरण के लिये, विद्युत विसर्जन या अतिनिम्न तापमानों का प्रयोग अभी शुरू नहीं हुआ था।

जैसे ही अनुसंधाता ऐसी "चरम" परिस्थितियों मे प्रयोग करने सीख गये, फ्लुओरीन और आक्सीजन के यौगिक संश्लेषित कर लिये गये।

किसी भी तत्व के साथ आक्सीजन के यौगिक को आक्साइड कहते हैं, परंतु "फ्लुओरीन आक्साइड" कहना गलत होगा। विद्युत ऋणात्मकता तत्वों की एक आवश्यक विशिष्टता है। यह एक रासायनिक अनुबंधों में भाग लेने वाले परमाणु को अणु में इलेक्ट्रानों को आकर्षित करने की क्षमता का परिमाणात्मक विवरण देती है। इसका मान मेंडेलीफ की सारणी में क्षारीय धातुओं से हेलोजेनों की ओर लगातार बढ़ता जाता है। रासायनिक यौगिकों का नाम रखने के लिये कुछ निश्चित नियमों का पालन करना पड़ता है जिनके आधार पर हम बोरान कार्बा-

इड, फास्फोरस सल्फाइड, नाइट्रोजन आक्साइड आदि नाम देते हैं। इन यौगिकों में द्वितीय तत्वों की विद्युत ऋणात्मकता पहले तत्वों से अधिक है। फ्लुओरीन की विद्युत ऋणात्मकता उच्चतम मान तक पहुंच जाती है, अतः आक्सीजन यौगिकों को फ्लुओरीन आक्साइड की जगह आक्सीजन फ्लुओराइड कहना चाहिये।

मुक्त अवस्था में फ्लुओरीन प्राप्त करने के बाद हेनरी मोइसान ने आक्सीजन और फ्लुओरीन के यौगिक बनाने के प्रथम प्रयास किये। परंतु वे किसी निश्चित निष्कर्ष पर कभी नहीं पहुंचे। उन्होंने केवल यह निश्चित किया कि फ्लुओरीन की जल के साथ अभिक्रिया के फलस्वरूप कुछ बहुत अधिक अस्थायी यौगिक बनते हैं।

अगले 100 सालों में आक्सीजन फ्लुओराइडों पर बहुत सारा वैज्ञानिक साहित्य छापा गया।

अब तक इस तरह के छः यौगिक ज्ञात हो चुके हैं और सभी को रासायनिक विरलों में गिना जा सकता है। इनका सामान्य सूत्र O_nF_2 है और ये सारे अत्यधिक अस्थायी यौगिक हैं। केवल आक्सीजन डाइफ्लुओराइड OF_2 सामान्य तापमान पर बना रह सकता है। यह जल में अविलेय गैस है जिसे फ्लुओरीन और सोडियम हाइड्रोक्साइड की अभिक्रिया के फलस्वरूप प्राप्त किया जा सकता है। बाकी सारे आक्सीजन फ्लुओराइड एक विधि से प्राप्त किये जाते हैं अर्थात् निम्न तापमानों पर आक्सीजन और

फ्लुओरीन के मिश्रण (एक निश्चित अनुपात में मिलाये) में विद्युत विसर्जन प्रवाहित करके।

तथापि इनके अधिकांश गुण अस्पष्ट रहते हैं और यह कोई आश्चर्य की बात नहीं है क्योंकि O_5F_2 जैसा पदार्थ केवल $-213°C$ ताप तक स्थायी रहता है।

आक्सीजन फ्लुओराइड आक्सीजन अम्ल बनाने की क्षमता नहीं रखते हैं और वास्तव में फ्लुओरीन की गिनती उन अधातुओं में की जाती है (हीलियम, निओन और आर्गान के साथ), जो ऐसे अम्ल नहीं बना सकतीं जिनके अणुओं में आक्सीजन परमाणु विद्यमान हों।

फिर भी इस बात में कोई शक नहीं कि ये मौलिक यौगिक वैज्ञानिकों को और कई तमाशे दिखायेंगे।

लाल और हरा

ये दोनों बहुत जटिल कार्बनिक पदार्थ हैं। इनके रचनी सूत्र लिखने में हमारी पुस्तक का एक पूरा पृष्ठ भर जायेगा। दोनों सम्मिश्र यौगिक परमाणु एक जटिल ढांचे के केंद्र पर खुद को खो देता है। यह ढांचा कई चक्रों से बना होता है। रसायनज्ञ ऐसे यौगिकों को कीलेट यौगिक कहते हैं।

"ये" से हमारा अभिप्राय हीमोग्लोबिन और क्लोरोफिल है। रक्त का लाल रंग और वनस्पतियों

का हरा रंग इन्हीं की ही तो देन है। ये दोनों पदार्थ पृथ्वी की सारी सजीव चीजों के स्वामी हैं।

हीमोग्लोबिन का क्रोड़ एक आक्सीजन परमाणु है। विभिन्न जंतुओं के रक्त में विभिन्न हीमोग्लोबिन होते हैं, परंतु सब की मूल संरचना एक जैसी है। मनुष्य के रक्त में लगभग 750 ग्राम हीमोग्लोबिन होता है।

हीमोग्लोबिन श्वसन अंगों से आक्सीजन जीव के ऊतकों तक पहुंचाता है।

क्लोरोफिल की संरचना भी लगभग ऐसी ही होती है। फर्क इतना है कि इसमें धात्विक परमाणु मैग्नीशियम परमाणु होता है। क्लोरोफिल का मुख्य कार्य बहुत जिम्मेदारी वाला तथा जटिल होता है। यह वनस्पतियों को वायुमंडल से कार्बन डाइआक्साइड के परिपाचन योग्य बनाता है।

रसायनज्ञ हीमोग्लोबिन और क्लोरोफिल की प्रक्रिया के मेकेनिज्म के सार का अध्ययन करना शुरू कर दिया है। स्पष्ट है कि लौह और मैग्नीशियम के केन्द्रीय धात्विक परमाणु बहुत महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

परंतु ऐसा लगता है कि प्रकृति की कल्पना काफी अपव्ययी है। लोहा और मैग्नीशियम ही केवल ऐसी धातुएं नहीं हैं जो पार्फिनी पंजर (हीमोग्लोबिन और क्लोरोफिल के ढांचे का यह एक उभयनिष्ट नाम है) में घुस सकती हैं। ताम्र, मैंगनीज या वेनेडियम भी धात्विक "क्रोड़" हो सकते हैं।

पृथ्वी पर ऐसे प्राणी भी हैं जिनका रक्त नीले रंग का होता है। मोलस्कों की कुछ किस्मों का रक्त ऐसा होता है। इनके रक्त के हीमोग्लोबिन में लोहे की जगह ताम्र होता है।

तो आपने देखा ही लिया, हमारे रासायनिक संग्रहालय में कितने अद्वितीय प्रदर्शन के नमूने रखे हुए हैं।

सबसे ज्यादा असाधारण परमाणु; सबसे ज्यादा असाधारण रसायन

इस अद्वितीय परमाणु का चिन्ह Ps है। परंतु मेंडेलीफ की सारणी में आप इसे बेकार ही खोजेंगे। यह किसी रासायनिक तत्व का चिन्ह नहीं है। और इसका क्षय-काल केवल एक क्षण है, एक सेकंड के करोड़वें हिस्से से भी कम। इसके बावजूद भी इसे विलक्षणिक नहीं कहा जा सकता।

Ps का मतलब है पाजिट्रोनियम। इसकी संरचना बहुत सरल है।

एक हाइड्रोजन परमाणु, रासायनिक तत्वों के सभी परमाणुओं में सबसे साधारण परमाणु लीजिये। एक इलेक्ट्रान एक प्रोटोन के चारों ओर घुमता है।

पाजिट्रोनियम परमाणु कुछ विशेष प्रकार के विलक्षणिक रूपांतरों में दिखाई देता है; उन रूपांतरों में, जिनमें एक पाजिट्रान उत्सर्जित होता है बहुत थोड़े अर्से के लिये पाजिट्रान एक इलेक्ट्रान

के साथ एक स्थायी तंत्र बना लेता है।

पाजिट्रोनियम में प्रोटोन की भूमिका एक प्राथमिक कण निभाता है जिसे पाजिट्रान कहते हैं। यह इलेक्ट्रान का प्रतिविन्यासी होता है। पाजिट्रान का आकार तथा द्रव्यमान इलेक्ट्रान जैसा होता है। अंतर केवल इतना है कि इसका आवेश विपरीत चिन्ह वाला होता है (धनात्मक)।

पाजिट्रान और इलेक्ट्रान के बीच टक्कर का मतलब है – दोनों का अंत। भौतिकविदों के शब्दानुसार वे एक दूसरे का विनाश करते हैं। अन्य शब्दों में, वे विकिरण में परिवर्तित हो जाते हैं।

परंतु अदृश्य होने से कुछ पहले ये दो पक्के शत्रु अल्प समय के लिये एक दूसरे के साथ खड़े होकर दैत्य पाजिट्रोनियम परमाणु को जन्म देते हैं। यह एक परमाणु होता है जिसका कोई नाभिक नहीं होता क्योंकि इलेक्ट्रान और पाजिट्रान गुरुत्वाकर्षण के उभयनिष्ट केन्द्र के चारों ओर घूमते हैं।

अब किन लोगों की पाजिट्रोनियम में रुचि हो सकती थी? लगेगा कि केवल सैद्धांतिक भौतिकविदों की; या विज्ञान-कथा के लेखकों की, जो अपने तारकीय अंतरिक्ष-यानों के लिये इंधन की नयी किस्में ढूढ़ रहे होंगे। तथापि हमारे दिनों में पाजिट्रोनियम के बारे में काफी कुछ लिखा जा रहा है।

अपने अल्प क्षय-काल में पाजिट्रोनियम रासायनिक अभिक्रियाओं में भाग लेने की क्षमता रखता है। यह उन रासायनिक यौगिकों के साथ बहुत

स्वेच्छा से अभिक्रिया करता है जिनके स्वतंत्र संयोजकता अनुबंध बच गये होते हैं। ये अप्रयुक्त रिक्त स्थान पाजिट्रोनियम परमाणुओं द्वारा अधिकृत कर लिये जाते हैं।

विशेष उपकरणों की सहायता से रसायनज्ञ किसी पदार्थ के अणु में घुसे पाजिट्रोनियम के क्षय की प्रकृति ज्ञात कर सकते हैं। यह विभिन्न प्रकार से अयिन होता देखा गया है। यह बात अणु की संरचना पर निर्भर करती है। इस विशेषता के आधार पर रसायनज्ञ आण्विक डिजाइनों की जटिलताओं का अध्ययन कर सकते हैं तथा कई जटिल और विवादात्मक समस्याएं हल कर सकते हैं, जहां अन्य विधियां अशक्त सिद्ध हुई हैं।

एक बार फिर हीरा

हीरा हमारे रासायनिक संग्रहालय में सबसे महत्त्वपूर्ण प्रदर्शन का नमूना नहीं है। यह इतना साधारण है कि इसे अद्वितीय नहीं कहा जा सकता। आज इसके कार्बन पंजर से किसी को भी आश्चर्य नहीं होता। सतरहवीं शताब्दी में वैज्ञानिकों ने साधारण आवर्धन लेन्स की सहायता से धूप में हीरे को जलाये थे।

बहुत अर्से से रसायनज्ञों के दिमाग में एक और ही बात भरी हुई थी और वह यह कि ग्रेफाइट को हीरे में कैसे परिवर्तित किया जाये। दोनों कार्बन

हैं और उन्हें केवल ग्रफाइट ढांचे को हीरक के ढांचे में पुनः व्यवस्थित करना था। इस प्रकार सबसे मुलायम माल से कुछ निकाले या उसमें कुछ मिलाये बिना सर्वाधिक कठोर चीज बनाती थी।

अंत में एक रास्ता ढूंढ लिया गया। यह एक बहुत मजेदार किस्सा है और वक्त आने पर हम इसकी चर्चा करेंगे। फिलहाल हम यह बताना चाहेंगे कि कृत्रिम हीरा प्राप्त करने के लिये जबरदस्त दाब की आवश्यकता थी।

तो दाब हमारी इस कहानी का नायक होगा। साधारण दाब नहीं, सिर्फ एक, दो या दस ऐटमौ-स्फियर नहीं, बल्कि अति उच्च दाब, जब एक वर्ग सेंटीमीटर पृष्ठीय क्षेत्रफल हजारों, लाखों किलोग्रामों को संभाले रखता है।

अतः अति उच्च दाब अबतक अज्ञात पदार्थों की प्राप्ति संभव कर देते हैं।

कीमियागरों को फास्फोरस की दो किस्में ज्ञात थीं – सफेद और लाल। अब एक तीसरी किस्म है – काला फास्फोरस। सबसे भारी, सबसे घना, यह कई धातुओं की तरह विद्युत का उत्तम सुचालक है। यह अधातु, फास्फोरस अति उच्च दाबों द्वारा एक धात्विक तथा स्थायी पदार्थ में परिवर्तित की गयी।

फास्फोरस के पीछे आर्सेनिक तथा इसके बाद कुछ अन्य अधातुएं भी इसी तरह से धातुओं में परि-वर्तित की गयीं। और हर बार वैज्ञानिकों को गुणों में आश्चर्यजनक परिवर्तन दिखाई दिये। यदि उच्च

त्वों ने उनकी आंखों के सामने ये गुण बदल दिये।

भौतिकी की दृष्टि से कोई असाधारण घटना नहीं घटी थी। अति उच्च दाब ने तत्वों और उनके परमाणुओं की केवल रवेदार संरचना पुनःव्यवस्थित कर दी थी, उन्हें अधिक धात्विक बना दिया था।

इस प्रकार एक शुद्ध भौतिकीय शब्द "दाब धात्विकीकरण" का जन्म हुआ।

अंतरिक्ष-यात्री चंद्रमा की सैर कर चुके हैं। अब मंगल और शुक्र की बारी है। इसके बाद और भी ज्यादा दूरस्थ तथा रहस्यमय संसारों का नंबर आयेगा। लोगों की बार-बार असामान्य, अप्रत्याशित तथा अज्ञात के साथ मुलाकात होगी।

परंतु इस वक्त हमारी एक विशेष प्रश्न में रुचि है।

क्या सारी जगहों पर एक जैसे रासायनिक तत्व हैं? क्या मेंडेलीफ की आवर्त सारणी का नियम बिना किसी अपवाद के सारे अंतरिक्षीय पिंडों पर लागू होता है? या रूसी वैज्ञानिक की विलक्षण रचना केवल पृथ्वी के लिये ठीक है?

हमें आशा है कि हमारे अनन्त प्रश्नवाचक चिन्हों से पाठक नाराज नहीं हुए हैं। परंतु वास्तव में जवाब देने की जगह सवाल पूछना कहीं आसान है।

दार्शनिकों की एक निश्चित धारणा है। उन्हें विश्वास है कि सारे ब्रह्मांड में आवर्त नियम और आवर्त प्रणाली समान हैं। वे समान हैं, परंतु एक आवश्यक शर्त के साथ: केवल वहां, जहां परिवेशी

परिस्थितियां पार्थिव परिस्थितियों से ज्यादा भिन्न नहीं हैं, जहां तापमान और दाब बहुअंकी संख्याओं द्वारा व्यक्त नहीं होती हैं।

और वहां वे सीमित हैं।

पैरों तले अज्ञात चीज

एक पूर्वी कहावत है: "तारे गिनने से पहले अपने पैरों तले देखो।"

क्या हम अपने ग्रह को अच्छी तरह से जानते हैं? दुर्भाग्यवश हमें इसके बारे में बहुत थोड़ी जानकारी है। हमें भूमंडल के अंदरूनी भाग की संरचना की तथा इसकी दूरस्थ गहराइयों में उपस्थित पदार्थों की बहुत अल्प जानकारी है।

हमारे पास केवल यही है कि हमें बहुसंख्यक विभिन्न परिकल्पनाएं ज्ञात हैं और पता है कि उनमें से किसी को भी प्राथमिकता नहीं दी जा सकती।

यह सच है कि तेल के कुएं कई किलोमीटरों की गहराई पर पाये गये हैं, और निकट भविष्य में जितनी गहराइयों पर खुदाई की जायेगी, वह संख्या बहुत प्रभावशाली लगती है—पंद्रह से बीस किलोमीटर तक। परंतु यह नहीं भूलना चाहिये कि पृथ्वी की त्रिज्या 6.300 किलोमीटर है।

एक और पूर्वी कहावत प्रसिद्ध है: "काष्ठफल का स्वाद जानने से पहले उसे तोड़ना आवश्यक है।"

मोटे हिसाब से हम यह कह सकते हैं कि

हमारा ग्रह संरचना के मामले में एक काष्ठफल से मिलता है। एक कोश–भू-पर्पटी–बाहर, और एक गुठली–पृथ्वी का क्रोड़–अंदर। पृथ्वी की पर्पटी और क्रोड़ के बीच एक मोटी सतह होती है, जिसे प्रावार कहते हैं।

हमें कुछ अंश तक यह पता है कि पृथ्वी का क्रोड़ किस चीज से बना है। कोश नहीं बल्कि वह [illegible] रुचिर परत, जिसने हरे काष्ठफल को लपेट रखा है। प्रावार लें या क्रोड़, यह बात अभी तक [illegible] बनी है कि इनकी बनावट कैसी है।

हां, एक बात पूर्ण निश्चय के साथ कही जा सकती है। पृथ्वी के आंतर स्तर को बनाने वाले पदार्थ काफी असाधारण हैं। पृथ्वी के केन्द्र के जितने निकट होंगे, ऊपर स्थित सतहों का दाब उतना ही अधिक उच्च होगा। क्रोड़ पर दाब तीस लाख एटमॉस्फियर तक पहुंच जाता है।

प्रसंगवश, पृथ्वी के क्रोड़ के बारे में। एक शताब्दी से अधिक अर्से तक वैज्ञानिकों में इसकी संरचना पर मतभेद चले आ रहे हैं। जितने वैज्ञानिक उतनी ही परिकल्पनाएं।

कुछ का कहना है कि ग्रह का क्रोड़ लोहे-निकेल का बना है। दूसरे कुछ और ही सोचते हैं। उनके मतानुसार क्रोड़ एक खनिज आलिवीन से बना है सामान्य परिस्थितियों में यह मैग्नीशियम, लौह और मैंगनीज सिलिकेटों का मिश्रण होता है। क्रोड़ के अंदर विशाल दाब आलिवीन को धातु जैसे एक

पदार्थ में परिवर्तित कर देता है। कुछ वैज्ञानिक इससे भी आगे बढ़ जाते हैं। उनका दावा है कि क्रोड़ का केन्द्रीय भाग हाइड्रोजन से बना है जिसे पूर्ण पिंडन तक संपीडित किया गया है, जिसके कारण उसमें अद्वितीय धात्विक गुण विद्यमान हैं। कुछ अन्य वैज्ञानिक...।

बेहतर रहेगा कि हम यहीं रुक जायें। "काष्ठ-फल का स्वाद जानने से पहले उसे तोड़ना आवश्यक है।" परंतु पृथ्वी के क्रोड़ तक पहुंचने में बहुत लंबा समय लगेगा।

हमें परमाण्वीय नाभिक की संरचना के मुकाबले पृथ्वी के क्रोड़ की संरचना के बारे में बहुत कम जानकारी है। क्या यह एक विरोधाभास नहीं है?

जी हां, अज्ञात हमारे पैरों तले है। रसायनज्ञ के लिये आश्चर्यों का एक असली गोदाम: तत्वों की असाधारण रवेदार अवस्थाएं; अधातुओं का धातुओं में परिवर्तन; यौगिकों की बहुत सारी किस्में, जिनके गुणों की कल्पना करना भी मुश्किल है।

गहराइयों का आश्चर्यजनक रसायन।

परंतु जैसाकि सोवियत वैज्ञानिक कापूस्तीन्स्की ने बताया है फिलहाल हमारा रसायन एक अति "सामान्य" विज्ञान है।

क्या आवर्त प्रणाली अधिकतम गहराइयों के लिये भी वैध है? जी हां, जब तक कि परमाणुओं की इलेक्ट्रानी संरचना अपरिवर्तित रहती है। जब

तक इलेक्ट्रान उन कोशों में सजे रहते हैं जिनके अंदर उन्हें रहना चाहिये।

परंतु यथापूर्व स्थिति केवल इतने लंबे अर्से के लिये सुरक्षित है।

जब वह चीज वह है ही नहीं

जी नहीं, अति उच्चदाब की बात अभी खत्म नहीं हुई है। यह एक नया अजूबा दिखाने जा रहा है

परमाणु की संरचना काफी मजबूत होती है। वह कुछ इलेक्ट्रान खो सकता है और उसके बाद परमाणु एक आयन में परिवर्तित हो जाता है। रासायनिक अन्योन्यक्रियाओं के दौरान यह प्रक्रिया हर क्षण घटती रहती है।

परमाणु कई इलेक्ट्रान खो सकता है और अंत में सभी भी खो सकता है जिससे कि "नग्न" नाभिक बाकी रह जाये। यह संवृत्ति 10 लाख डिग्री तापमान पर दिखाई देती है अर्थात् नक्षत्रों में।

परंतु यहां एक अन्य पहेली है। मान लेते हैं कि इलेक्ट्रानों की कुल संख्या अपरिवर्तित रहती है, परन्तु वे खुद को इलेक्ट्रान कोशों में विभिन्न प्रकार से क्रमबद्ध कर लेते हैं। इस प्रकार के परिवर्तन से परमाणु के अर्थात् तत्व के गुण अवश्य ही बदलेंगे।

हम कह सकते हैं कि यह चित्र के नीचे लिखा विषय है। आइये, अब चित्र की बात करते हैं।

आपको पोटेशियम परमाणु के चित्रण में कोई दिक्कत महसूस नहीं होती है। इसमें चार कोश होते हैं। नाभिक के सबसे निकट वाले (K और L) भरे हुए हैं: पहले कोश में 2 और दूसरे में 8 इलेक्ट्रान उपस्थित हैं। सामान्य परिस्थितियों में और कोई इलेक्ट्रान उनमें नहीं शामिल हो सकेगा। परंतु अन्य दो कोशों के भरने में काफी कसर बाकी हैं। M—कोश में केवल आठ इलेक्ट्रान हैं (हालांकि इसमें 18 इलेक्ट्रान हो सकते हैं) और N—कोश का भरण अभी शुरू हुआ है (इसमें एक इलेक्ट्रान है) और ऐसी स्थिति पिछले कोश के पूरा होने से पहले होती है।

पोटेशियम पहला परमाणु है जो अपने इलेक्ट्रान-कोश के अंर्तगत, चरणबद्ध गठन का प्रदर्शन करता है।

परंतु यह कल्पना करना कठिन नहीं है कि चौथे कोश में घुसने के बजाय पोटेशियम इलेक्ट्रान तीसरा कोश का भरण जारी रख सकता है (इस कोश में अभी दस जगहें खाली हैं)।

विलक्षण? बिल्कुल सामान्य परिस्थितियों में। परंतु अतिउच्च दाब एक असामान्य स्थिति बना देते हैं।

अतिउच्च दाबों पर नाभिक के चारों ओर स्थित इलेक्ट्रान-कोश बहुत ज्यादा सिकुड़ने लगते हैं

और बाह्य इलेक्ट्रान नीचे पड़े अधूरे कोशों में "गिर" सकते हैं।

उदाहरण के लिये, मान लेते हैं कि पोटेशियम परमाणु के चौथे कोश में बाह्य इलेक्ट्रान तीसरे में स्थित था, जिससे M–कोश में नौ इलेक्ट्रान हो गये।

इसका क्या परिणाम होगा? पोटेशियम का परमाणु क्रमांक (19) उतना ही रहेगा जितना पहले था और इलेक्ट्रानों की संख्या भी वही रहेगी तथा नाभिक का कोई रूपांतरण घटित नहीं होगा।

हमारी पुरानी मित्र क्षारीय धातु पोटेशियम अब हमारी मित्र नहीं रहेगी। यह एक अजनबी धातु बनेगी जिसमें चार के बजाय तीन कोश होंगे और जिसके बाह्य कोश में एक की जगह नौ इलेक्ट्रान होंगे। अतः "निओपोटेशियम" के रासायनिक गुणों का नये सिरे से अध्ययन करना पड़ेगा।

हम केवल अनुमान लगा सकते हैं कि ये गुण कैसे होंगे क्योंकि "भेड़िया-मानव पोटेशियम" का छोटा सा कण भी अनुसंधान के लिये कभी नहीं मिला है।

और भी ज्यादा उच्च दाबों पर पोटेशियम से अगले तत्व भी अपना बाहरी रूप बदलेंगे। इलेक्ट्रान-कोशों के चरणबद्ध भरण के साथ मेंडेलीफ की सारणी के नियम का पालन नहीं किया जायेगा। जब तक एक कोश अधूरा होता है, तब तक अगला खाली पड़ा रहता है।

यह भी एक आवर्त प्रणाली होगी, परंतु मेंडे-लीफ की नहीं। इसके निवासी (पहले तीन आवर्तों के तत्वों के अलावा) भिन्न होंगे। इसकी "क्षारीय" धातुएं ताम्र और प्रोमिथियम होंगी तथा इसकी उत्कृष्ट गैसें निकेल और नियोडियम होंगी जिनमें संगत बाह्य कोश भर गये होंगे।

अतिउच्च दाबों का रसायन ऐसा रूप ले सकता है! असामान्य संयोजकताएं, अजीब गुण, अनोखे यौगिक...।

आकर्षक? जी, हां! वास्तव में? कौन जानता है...। यहां एक बार फिर "सनकी" विचार की जरूरत है क्योंकि एक बिल्कुल नये प्रकार के पदार्थ की प्राप्ति का सवाल है। अगर यह अतिउच्च दाबों पर भी बना रहता है, तो वह साधारण परिस्थितियों में परम्परागत तत्वों का रूप ग्रहण कर सकता है। प्रसंगवश हम बताना चाहेंगे कि विज्ञान कथाकारों ने यह विचार पकड़ ही लिया है। सवाल यह है कि इस परिवर्तन को बनाये रखने या जमाने के लिये क्या कदम उठाये जायें। अगर हम इस सवाल का हल ढूंढ़ने में सफल हो जाते हैं तो हमारे पास एक नया रसायन-विज्ञान विकसित होगा, रसायन नंबर 2 का जन्म होगा।

इसकी आंखों से

विश्लेषण के उपयोग के बारे में

मिखाईल लोमोनोसोव ने एक बार निम्न शब्द कहे: "रसायन अपनी बांहें फैला रहा है..."। लगभग दो सौ साल पहले उनकी पटुता ने आने वाली पीढ़ियों के लिये इस विज्ञान का महत्त्व अनुभव कर लिया था।

बीसवीं शताब्दी ने इस कथन को सुस्पष्ट कर दिया है। अब रसायन "कई भुजाओं वाली सृष्टि" है; शायद ही प्रत्येक अकादमीशियन इसकी शाखाओं की तुरंत गिनती कर सकता है। और लगभग हर साल इसकी एक न एक नयी शाखा जरूर निकलती है।

परंतु एक चीज ऐसी है जिसके बिना ये रासायनिक "भुजायें" निष्प्राण होकर लटकने लगेंगी। यह चीज रासायनिक विश्लेषण है।

इसकी सहायता से रसायनज्ञ पृथ्वी पर विद्यमान बहुत सारे तत्वों की खोज में और उनके परमाणु भार – महत्वपूर्ण रासायनिक गुण – निर्धारित करने में सफल हुए हैं।

इसके आधार पर वे साधारण पदार्थों और रासायनिक यौगिकों के अवयव निश्चित कर पाये हैं – साधारण नमक से लेकर प्रोटीनों तक के।

इसने चट्टानों और खनिजों की संरचनाएं बतायी हैं और भूरसायनज्ञों की पृथ्वी के रासायनिक तत्वों के भंडारों की गिनती करने में मदद की है।

रसायन विश्लेषण का बहुत आभारी है, विशेषतया एक परिशुद्ध विज्ञान बनने के मामले में। असंख्य उदाहरणों से यह स्पष्ट है कि मानव के कार्यकलाप के विभिन्न क्षेत्रों में उसकी सहायता के लिये विश्लेषण सबसे पहले आगे बढ़ता है।

उदाहरण के लिये, कल्पना करते हैं कि लोहा अपने अयस्क से वात्या-भट्टी में प्रगलित किया जा रहा है। इसके गुण मुख्य रूप से प्राप्त धातु में कार्बन की मात्ना पर निर्भर करते हैं। अगर इसमें 1.7 प्रतिशत से ज्यादा कार्बन है, हमें ढलवां लोहा प्राप्त होता है; 1.7 से 0.2 प्रतिशत के मध्यांतर स्टील के विभिन्न ग्रेड प्रदर्शित करते हैं और अगर धातु में 0.2 प्रतिशत से कम कार्बन है तो इसे पिटवां लोहा कहते हैं।

लोहे और स्टील, तांबे और कांस्य के बीच क्या फर्क होता है? नीले थोथे में कितना ताम्र होता है? क्या खनिज कार्नेलाइट में पोटेशियम काफी मात्ना में होता है? केवल रासायनिक विश्लेषण इन तथा इनसे मिलते प्रश्नों का जवाब देता है। दो मुख्य प्रश्न इसके सामने खड़े होते हैं: अनुसंधान हेतू लिये पदार्थ

में कौनसे तत्व उपस्थित हैं और किस अनुपात में? पहला गुणात्मक विश्लेषण का कार्यक्षेत्र है और दूसरा मात्रात्मक विश्लेषण का।

जहां तक विश्लेषण की किस्मों का सवाल है तो साधारण व्यक्ति ही क्या, एक अनुभवी विशेषज्ञ भी तुरंत नहीं बता सकता कि उनकी कुल संख्या कितनी है।

अच्छी बारूद कैसे बनायी जाये?

बारूद किसने खोजी? किवदंती कहती है कि यह काम जर्मन मठवासी बर्थोलड श्वार्ज ने किया था। इस बात के सबूत मिले हैं कि चीनी लोग बहुत समय पहले बारूद इस्तेमाल करते थे।

बारूद का बनाना कोई मुश्किल काम नहीं है: आपको सिर्फ इतना ही करना है कि सल्फर, शोरे और चूर्णित चारकोल को निश्चित अनुपातों में मिलाना है। परंतु ये घटक बहुत बढ़िया किस्म के होने चाहियें। इनकी कोटि की जांच कैसे की जा सकती है?

पुराने जमाने में बारूद बनाने वाले शोरे को चख कर देखते थे।

चख कर शोरे की परीक्षा करने का निम्न विचित्र तरीका पुरालेख में मिला है: "जिस शोरे का स्वाद नमकीन और कड़वा होता है, वह बढ़िया नहीं होता; अगर शोरा जीभ काटता है

श्रौर थोड़ा सा मीठा लगता है, तब वह अच्छा होता है।"

सल्फर के परीक्षण का तरीका इससे भी ज्यादा अपूर्व था।

सल्फर के एक टुकड़े को मुट्ठी में बंद करके कान के पास लाया जाता था। अगर हलकी सी चटचटाहट की आवाज सुनायी देती थी, तो सल्फर काम लायक समझा जाता था, अन्यथा उसे अशुद्ध माना जाता था।

शुद्ध सल्फर चटचटाता क्यों है? इसकी ऊष्मा चालकता बहुत निम्न होती है। मुट्ठी सल्फर को गर्म कर देती है श्रौर इसके विभिन्न भागों का ताप-मान भिन्न हो जाता है। भंगुर होने के कारण सल्फर चटक कर छोटे-छोटे टुकड़ों में विभाजित हो जाता है। अशुद्ध सल्फर की ऊष्मा चालकता बहुत ज्यादा होती है; जिसके कारण वह अधिक स्थायी होता है। इस प्रकार कान की सहायता से रासायनिक विश्लेषण का यह वैज्ञानिक आधार है।

संक्षेप मे यह कहा जा सकता है कि अतीत के रसायनज्ञों के मुख्य विश्लेषण यंत्र उनकी ज्ञानें-द्रियां थीं। कुछ साधारण पदार्थों श्रौर यौगिकों के नाम इस तथ्य की पुष्टि करते हैं। उदाहरण के लिये, बेरिलियम को पहले ग्लूसीनियम कहते थे क्योंकि इसके लवणों का स्वाद मीठा होता है। ग्लिसरीन नाम भी लातीनी भाषा से लिया गया है, जहां इसका अर्थ "मीठा" होता है। प्राकृतिक

…ड्यिम सल्फेट को मिरैबिलाइट कहते हैं, जिसका …र्थ "कड़वा" होता है।

…र्मेनियम की खोज कैसे हुई?

मार्च 1886 के शुरू में मेंडेलीफ को एक पत्र …ला: जिसमें निम्न शब्द लिखे हुए थे:

"आदरणीय महोदय!

आपके पास एक रिपोर्ट का रीप्रीन्ट भेज रहा …, जिसमें यह प्रमाणित होता है कि मैंने एक नया …त्व "जर्मेनियम" खोजा है। आरंभ में मैंने सोचा …क यह तत्व आपकी अद्वितीय और गंभीरता के …थ बनायी आवर्त सारणी में ऐंटिमनी और बिस्मथ …े बीच की खाली जगह भर देगा और यह तत्व …आपके एका-ऐंटिमनी के समान होगा, परंतु तथ्य …बताते हैं कि यह एका-सिलिकन है।

मुझे आशा है कि मैं शीघ्र ही आपको इस …चक पदार्थ के बारे में और विस्तृत जानकारी …भेज सकूंगा। आज मैं आपके सच्चे अनुसंधान की …क नयी विजय की सूचना देना चाहता हूं और इस …त्र द्वारा आपके प्रति हार्दिक सम्मान प्रकट करना …चाहता हूं।

आपका
क्लेमेन्स विन्कलर
फ्रेबर्ग, सैक्सन
26 फरवरी, 1886.

लगता है कि जर्मेनियम की खोज से लगभग सौ साल पहले हेनरी केवेन्डीश ने निम्न शब्द बार-बार व्यर्थ में ही नहीं दोहराये: "हर चीज माप, संख्या और भार के आधार पर निर्धारित की जाती है।" कुछ दिनों पहले सैक्सन में मिले एक अति विरल खनिज आर्जिरोडाइट का विश्लेषण करने पर विन्कलर को इसमें लोहे, जिंक और मर्करी की अल्प मात्राओं के साथ मुख्यातः रजत और सल्फर मिले। परंतु वैज्ञानिक को यह देखकर बहुत आश्चर्य हुआ कि आर्जिरोडाइट में मिले सारे तत्वों के प्रतिशतों का योग 93 बना और यह 100 तक नहीं पहुंचने की जिद किये था।

बाकी 7 प्रतिशत क्या हो सकता था?

अधिकांश तत्वों के विश्लेषण की उस वक्त जितनी विधियां ज्ञात थीं, विन्कलर ने वे सारी एक-एक करके अपनायीं। इसके बाद उन्होंने एक साहसी पूर्वानुमान लगाया और वह यह था कि चूंकि 7 प्रतिशत सारी विश्लेषण कार्य विधियों के उपयोग के फलस्वरूप बच निकले थे, अतः वे किसी अज्ञात तत्व को प्राप्त होने चाहिये। उनके पूर्वानुमान की पूरी तरह से पुष्टि हो गयी। विश्लेषण की कार्य-विधि में थोड़ा सा परिवर्तन लाकर विन्कलर ने अज्ञात सात प्रतिशत अलग कर दिये और उन्हें उस वक्त तक अज्ञात एक नयी धातु प्राप्त हुई। उन्होंने इस धातु का नाम अपनी मातृभूमि के सम्मान में जर्मनियम रखा।

भारात्मक विश्लेषण ने एक अन्य तत्व की खोज में महत्वपूर्ण भूमिका निभायी। यह तत्व—आर्गान, उत्कृष्ट गैसों का प्रथम प्रतिनिधि था।

पिछली शताब्दी के दसवें दशक के आरंभ में अंग्रेज भौतिकविद रेले ने अकेले तत्वों की गैसों के घनत्व और उनके परमाणु भारों के निर्धारण का काम अपने हाथ में लिया। सब काम ठीक चलता रहा परंतु नाइट्रोजन पर पहुंचकर अजीब बातें दिखाई देने लगीं। वायु से अलग किये 1 लीटर नाइट्रोजन का भार रासायनिक यौगिकों से प्राप्त नाइट्रोजन की उतनी ही मात्रा के भार से 0.0016 ग्राम अधिक निकला। रासायनिक यौगिक की किस्म का अंतिम परिणाम पर कोई असर नहीं पड़ रहा था। अमोनियम नाइट्राइट, नाइट्रास या नाइट्रिक आक्साइडों, यूरिया, अमोनिया अथवा अन्य यौगिकों से प्राप्त नाइट्रोजन का अभागा लीटर वायुमंडलीय नाइट्रोजन की उतनी ही मात्रा से हलका पाया गया।

इस अजीब अंतर का कारण पता न चलने पर रेले ने लंदन की एक पत्रिका "नेचर" में एक लेख छपवाया, जिसमें अपने प्रयोग के परिणामों का विवरण दिया। शीघ्र ही अनुसंधाता रैमजे ने रेले को उत्तर दिया और दोनों अनुसंधाताओं ने मिलकर इस पहेली का हल ढूंढ़ना शुरू कर दिया। अगस्त 1894 में उन्होंने एक नये तत्व की खोज की घोषणा की। यह वही तत्व था जो रेले की प्रथम असफलताओं का कारण था। वायु में

इसकी मात्रा एक प्रतिशत के लगभग पायी गयी।

इस प्रकार साधारण भारात्मक विश्लेषण ने नये तत्वों की खोज के काम में वैज्ञानिकों की सहायता की। आज एक भी रासायनिक प्रयोगशाला इसके बिना काम नहीं चल सकती। साधारण भारण जटिल यौगिकों तथा खनिजों में तत्वों की प्रतिशतताएं निर्धारित करने में सहायक सिद्ध होता है। हां, यह बात जरूर है कि इससे पहले तत्वों को एक दूसरे से अलग करने में काफी मेहनत की जरूरत पड़ती है।

प्रकाश और वर्ण

सोवियत संघ के प्रत्येक सरकारी पर्व के अवसर पर आपको मास्को रेडियो के घोषक के मुंह से निम्न सूचना सुनाई देती है:

"रक्षा-मंत्री के आदेश पर... के सम्मान में में... मैं हमारे देश की राजधानी में, गणतंत्रों की राजधानियों और वीर-नगरों में आतिशबाजी द्वारा सलामी की आज्ञा देता हूं..."।

सलामी के दौरान साल्वो की गरज के साथ पीले, हरे और लाल रंग का प्रकाश आकाश को बहुत भव्य बता देता है।

साल्वो और आतिशबाजी द्वारा त्योहार मनाने

की प्रथा बहुत प्राचीन काल से चली आ रही है। चीन में आतिशबाजी की कला ईसा से दो हजार वर्ष पूर्व ज्ञात थी। परंतु रंगीन ज्वालाओं की सहायता से रासायनिक विश्लेषण करने की बात वैज्ञानिकों ने कुछ अर्से पहले ही सोची है।

लगभग डेढ़ सौ साल पहले जर्मन भौतिकविद किरचोफ ने इस बात पर ध्यान दिया कि विभिन्न धातुओं के लवण गैस बर्नर की रंगहीन ज्वाला को अलग-अलग रंग में बदल देते थे। सोडियम लवण– पीले रंग में, कैल्सियम लवण किरमिजी लाल और बेरियम लवण हरे रंग में, आदि।

जल्दी ही किरचोफ की समझ में यह बात आ गयी कि उक्त तथ्य पदार्थों में रासायनिक तत्वों को ढूंढने की एक तेज और विश्वसनीय विधि प्रस्तुत कर रहा था। तथापि उनका उल्लास असामयिक था। जब तक शुद्ध लवण इस्तेमाल किये जाते रहे, तब तक तो सारा काम ठीक चलता रहा। परंतु जब सोडियम और पोटेशियम के लवण मिला दिये गये, पोटेशियम का बैंजनी रंग बर्नर की ज्वाला के चमकीले पीले रंग (सोडियम की उपस्थिति के कारण) के सामने लगभग अगोचर सा था।

भौतिकविद बन्सन ने रसायनज्ञ किरचोफ की सहायता की। उन्होंने यह सुझाव दिया कि लवणों के मिश्रण के साथ बर्नर की ज्वाला का अध्ययन एक विशेष उपकरण–स्पेक्ट्रमदर्शी द्वारा किया जाये। इस उपकरण का मुख्य अंग एक प्रिज्म होता है जो

अपने में से गुजरे श्वेत प्रकाश को एक स्पेक्ट्रम में अर्थात् घटकों में विभाजित कर देता है। "स्पेक्ट्रम-दर्शी" नाम का अर्थ "एक स्पेक्ट्रम का दर्शन" होता है।

यह विचार बहुत सफल सिद्ध हुआ। गैस बर्नर की ज्वाला ने, जिसमें परीक्षण हेतू लिया लवण डाला गया था, प्रकाश के अन्य स्रोतों से भिन्न एक अविराम स्पेक्ट्रम की जगह एक रैखिक स्पेक्ट्रम दिया और स्पेक्ट्रम की रेखाएं हमेशा एक स्थिर अवस्था में रहती थीं। इस प्रकार ज्वाला में डाले सोडियम लवण ने स्पेक्ट्रम में दो पास-पास स्थित गहरे पीले रंग की रेखायें दीं। पोटेशियम लवणों ने एक लाल और दो बैंगनी रेखाएं दीं, आदि।

किरचोफ और बन्सन ने देखा कि किसी भी विशेष रासायनिक तत्व की रेखायें स्पेक्ट्रम में हमेशा एक ही स्थिति में प्रकट होती थीं। इस बात से कोई फर्क नहीं पड़ता था कि सोडियम ज्वाला में सोडियम क्लोराइड, सल्फेट, कार्बोनेट या नाइट्रेट के रूप में डाला गया है, सोडियम रेखाओं की स्थिति हमेशा एक जैसी बनी रहती थी। सोडियम लवणों के साथ अन्य लवण, उदाहरणतया, पोटेशियम, कापर, लौह, स्ट्रान्शियम या बेरियम लवण मिलाने पर भी सोडियम रेखाओं की स्थिति पर कोई फर्क नहीं पड़ता था।

अपनी खोज से प्रेरित होकर किरचोफ और बन्सन ने अथक परिश्रम किया। उन्होंने बहुत सारे

तत्वों और यौगिकों का "ज्वाला में" परीक्षण किया। कुछ समय बाद उन्होंने रासायनिक तत्वों की एक सूची तैयार की, जिसमें स्पेक्ट्रम में उन तत्वों की रेखाओं की विशेषताएं बतायीं। अब वैज्ञानिक पदार्थों के कई जटिल मिश्रणों का सही विश्लेषण कर सके।

इस प्रकार स्पेक्ट्रमदर्शी-विश्लेषण का जन्म हुआ। यह मिश्रणों में कई ज्ञात रासायनिक तत्वों के गुणात्मक निर्धारण की केवल उत्तम विधि ही नहीं है। इसने नये तत्वों की खोज के काम में भी सहायता की। रुबिडियम, सीजियम, इंडियम, गैलियम और उत्कृष्ट गैसों की खोज का श्रेय मुख्यतः स्पेक्ट्रम-विश्लेषण को मिलता है। और जब यह देखा गया कि रेखाओं की तीव्रता (चमक) मिश्रण में उपस्थित पदार्थ की सान्द्रता पर निर्भर करती है, स्पेक्ट्रम-विश्लेषण ने परिमाणात्मक विधियों में माननीय स्थान ले लिया।

सूर्य का रासायनिक विश्लेषण

1868 के सूर्य-ग्रहण को देखने के लिये खगोलज्ञों ने हमेशा की तरह कई सारे उपकरण तैयार किये। इस बार सूची में स्पेक्ट्रमदर्शी का नाम था, जिसने कुछ अर्से पहले कई नये तत्वों की खोज संभाव की थी।

सूर्य-ग्रहण बीत गया और फिर से सब कुछ सामान्य हो गया। परंतु 26 अक्तूबर 1868 को

पेरिस विज्ञान अकादमी को एक साथ दो पत्र मिले; पहला पत्र भारत से फ्रेंच जेन्सेन ने भेजा था और दूसरा इंगलैंड से एक अंग्रेज लाक्येर ने।

दोनों वैज्ञानिकों ने अपने पत्रों में इस बात की सूचना दी कि प्रत्येक ने अपनी किसी खास विधि से सौर ज्वाला, सौर पदार्थ के विराट उत्सर्जनों का प्रेक्षण किया है, जिनकी प्रकृति उस वक्त तक अज्ञात थी। यहां सबसे मजेदार बात यह है कि जेन्सेन और लाक्येर ने सौर ज्वाला के स्पेक्ट्रम के प्रेक्षण में तब सफलता प्राप्त कर ली, जब सूर्य-ग्रहण नहीं लगा था जबकि बाकी सारे वैज्ञानिकों के प्रेक्षण सूर्य-ग्रहण के वक्त के थे। इस विशिष्ट खगोलीय घटना के सम्मान में पेरिस विज्ञान अकादमी ने एक विशेष पदक ढलवाने का फैसला किया।

तब कई खगोलज्ञ सौर ज्वालाओं के अध्ययन में जुट गये और शीघ्र ही यह पता चला कि उनके स्पेक्ट्रम में एक निश्चित पीली रेखा थी जिसे पृथ्वी पर विद्यमान ज्ञात तत्वों की रेखा नहीं ठहराया जा सकता था। इतालवी खगोलज्ञ सेची ने इस रेखा को चिन्ह D_3 द्वारा द्योतित किया। परंतु उन्हें विश्वास था कि यह रेखा हाइड्रोजन के कारण थी, जो सूर्य पर अतिउच्च तापमानी परिस्थितियों में बनी रहती है। लाक्येर और उनके देशवासी फ्रेंकलैंड सेची के साथ सहमत नहीं थे और इस बात का दावा कर रहे थे कि स्पेक्ट्रम की रेखा एक रासायनिक तत्व की थी जो पृथ्वी पर नहीं बल्कि सूर्य पर उपस्थित

था। उन्होंने इस तत्व का नाम "हीलियम" रखा जिसका अर्थ "सौर" होता है।

लगभग 30 साल तक हीलियम एक परिकल्पित तत्व बना रहा। स्पेक्ट्रम के अलावा इस तत्व के बारे में और कुछ नहीं पता था। वैज्ञानिक अन्य तत्वों की, जो पृथ्वी पर बहुत समय से ज्ञात थे, सूर्य पर उपस्थिति प्रमाणित करते रहे, परंतु हीलियम एक रहस्य बना रहा। केवल 1895 में हीलियम पृथ्वी पर खोजा गया और इस तथ्य ने एक बार फिर स्पेक्ट्रम विश्लेषण विधि की शक्ति प्रदर्शित कर दी।

सूर्य के बाद पास और दूर स्थित अन्य नक्षत्रों की बारी आयी। तारकीय वायुमंडल की चमक-दमक पृथ्वी के स्पेक्ट्रमदर्शियों तक पहुंच गयी और वैज्ञानिक लोग अपनी प्रयोगशालाओं में विभिन्न प्रकार की रेखाओं के जटिल घेरों के अध्ययन में जुट गये। वैज्ञानिकों को आकाशीय पिंडों में वे तत्व मिले, जो पृथ्वी पर पहले से ही ज्ञात थे।

केवल 80 साल बाद टेक्नीशियन तत्व ने वैज्ञानिक अचंभों की कतार में सौर हीलियम को हटाकर पहला स्थान ले लिया। यह तत्व मेंडेलीफ की सारणी में 43 नंबर खाने का मालिक था। स्थलीय अयस्कों में एक प्रेत–टेक्नीशियम पहली बार कुछ नक्षत्रों के स्पेक्ट्रमों में ढूंढ़ा गया और केवल इसके बाद इस तत्व के लेश पृथ्वी पर पाये गये। नक्षत्रों में टेक्नीशियम एक विरल तत्व बिल्कुल नहीं है।

यह उनमें नाभिकीय अभिक्रियाओं के फलस्वरूप निरंतर बनता रहता है।

और कोई नये तत्व सूर्य या किसी नक्षत्र में नहीं खोजे गये।

परंतु विचित्र बात यह है कि आकाशों में रासायनिक तत्वों का "सामंजस्य" पृथ्वी से भिन्न है। बाह्य अंतरिक्ष में आक्सीजन और सिलिकन नहीं बल्कि हाइड्रोजन और हीलियम प्रबल हैं। आवर्त प्रणाली के इन प्रथम दो प्रतिनिधियों की ब्रह्मांड में मात्रा बाकी सारे तत्वों की कुल मात्रा से कई गुना अधिक है। आप देख रहे हैं कि तारकीय रसायन कितना आश्चर्यजनक विरोधाभास प्रस्तुत करता है: हमारी आकाशगंगा मुख्यतः हाइड्रोजन की बादशाहत है।

तरंगें और पदार्थ

प्रकृति में रंगों की झलकों की संख्या असीम है। रसायनज्ञ भी इस बात को अच्छी तरह से जानते हैं, रंगों के सप्तक ने अक्सर उन्हें उलझन में डाला है।

"नियोडिमियम नाइट्रेट का विलयन् किस रंग का होता है?"

"गुलाबी रंग का", रसायनज्ञ उत्तर देता है।

"और त्रिसंयोजी लोहे का लवण किस रंग का हो जायेगा अगर उसमें पोटेशियम थायोसायनेट मिलाते हैं?"

"लाल रंग का"

"और फीनालफ्थेलिन किस रंग का हो जायेगा अगर उसमें कोई क्षरीय विलयन मिला दें?"

"किरमिजी रंग का",

हम ऐसे असंख्य प्रश्न पूछ सकते हैं। बहुत सारी रासायनिक अभिक्रियाएं निश्चित झलक के रंग के साथ घटती हैं। अगर हम और एक दर्जन यौगिकों के नाम गिनायें, जिनके विलयन लाल रंग की आभा जैसे होते हैं, तो हम पूर्णतया चक्कर में पड़ जायेंगे। कहा जाता है कि जो चित्रकार और कारीगर कपड़े को रंगते हैं, वे लाल रंग की लगभग दो दर्जन आभाएं पहचान सकते हैं। कुशल आंखें ऐसी होती हैं!

परंतु झलकों और आभाओं की पहचान का यह "अन्तर्दर्शी" तरीका रसायनज्ञों के लिये कोई खास महत्व नहीं रखता। एक ही पदार्थ का विलयन मान्द्रता के अनुसार विभिन्न आभाओं वाला हो सकता है। उन सबको कैसे याद रखा जा सकता है?

पृथ्वी पर ऐसे लोग हैं जो अपनी आंखें बंद करके उंगलियों की सहायता से रंगों की पहचान कर सकते हैं। डाक्टरों के कथानुसार ऐसे लोगों की त्वचीय दृष्टि बहुत ज्यादा विकसित होती है। प्रसिद्ध लेखक जोनाथन स्वीफ्ट ने लापुतन विज्ञान अकादमी के "वैज्ञानिक" विषय पर व्यंग्य कसा; इस अकादमी में नेत्रहीन लोग चित्रकारों के लिये विभिन्न रंगों को मिलाते थे।

आज अंग्रेज व्यंग्यकार का व्यंग्य उचित नहीं रहा। अब रसायनज्ञ विलयन को देखे बिना ही उसका रंग बता सकते हैं। वे यह काम स्पेक्ट्रमप्रकाशमिति की सहायता से करते हैं। विश्लेषण की इस विशेष विधि का नाम एक उपकरण से लिया गया है जिसे स्पेक्ट्रमप्रकाशमापी कहते हैं। इसकी सहायता से रासायनिक यौगिक या उसके विलयन के रंग का विश्लेषण किया जा सकता है।

परंतु प्रकाश है क्या चीज? यह तरंगों का विद्युत चुंबकीय कंपन है। प्रत्येक तरंग की एक निश्चित लंबाई (दैर्घ्य) (सामान्यतः यूनानी अक्षर "लैम्डा" से व्यक्त की जाती है) होती है। तरंग-दैर्घ्य किसी भी रंग या आभा की विशेषताएं बिल्कुल ठीक बताती है। उदाहरण के लिये, रसायनज्ञ कहते हैं: "620 मिलीमाइक्रान तरंग-दैर्घ्य वाला लाल रंग", या: "637 मिलीमाइक्रान तरंग-दैर्घ्य वाला लाल रंग" (एक मिलीमाइक्रान एक माइक्रान के एक हजारवें भाग या एक मिलीमीटर के दस लाखवें भाग के बराबर होता है)। इस प्रकार विभिन्न आभाओं को अलग-अलग नाम देने की जरूरत नहीं रहती, जैसे, "किरमिजी", "लाल", "बोर्दो", "सिंदूरी", "हिंगुल" आदि। सिर्फ तरंग-दैर्घ्य बता दीजिये और दुनिया के सौर वैज्ञानिक रंग और आभा का बिल्कुल सही अंदाजा लगा लेंगे। अब प्रत्येक यौगिक को एक प्रकार का प्रमाणपत्र मिला हुआ है जिसमें "लैम्डा... के बराबर है" "रंग"

के खाने के नीचे लिखा होता है। हमारा विश्वास कीजिये यह बहुत सम्मानित कागज है।

परंतु अभी आधी बात पूरी हुई है। यौगिक का रंग उसके द्वारा अवशोषित तथा उत्सर्जित किरणों के तरंग-दैर्घ्यों पर निर्भर करता है। उदाहरणतया, अगर निकेल लवण के विलयन का रंग हरा है, तो वह नीली झलक के अलावा बाकी सारे तरंग-दैर्घ्यों का प्रकाश अवशोषित करता है। पोटेशियम क्रोमेट का पीला विलयन केवल पीली किरणों के लिये पारदर्शी होता है।

स्पेक्ट्रमप्रकाशमापी प्रकाश-किरणों के पुंजों को निश्चित तरंग-दैर्घ्य देता है और यह निर्धारित करने में सहायक होता है कि वे विभिन्न पदार्थों द्वारा किस प्रकार अवशोषित होते हैं। स्पेक्ट्रमप्रकाशमापी द्वारा बहुसंख्यक यौगिकों, कार्बनिक और अकार्बनिक का अध्ययन किया गया है।

दृश्य प्रकाश के अलावा एक और प्रकाश होता है जो मनुष्य की आंखों को दिखाई नहीं देता अर्थात् अदृश्य प्रकाश। प्रकाश की इस प्रकार की किस्में दृश्य प्रकाश स्पेक्ट्रम की सीमाओं से बाहर होती है और पराबैंगनी तथा अवरक्त किरणें कहलाती हैं। रसायनज्ञ इनसे भी लाभ उठाना सीख गये हैं। उन्होंने विभिन्न रासायनिक पदार्थों के स्पेक्ट्रमों का पराबैंगनी और अवरक्त किरणों में अध्ययन किया और एक बहुत दिलचस्प तथ्य खोजा। उन्होंने देखा कि प्रत्येक रासायनिक यौगिक (या आयन) का अपना अलग

अवशोषण बन्ड स्पेक्ट्रम होता है। प्रत्येक पदार्थ का अपने रंग का (अवरक्त या पराबैंगनी) प्रमाणपत्र होता है।

अवशोषण स्पेक्ट्रम केवल गुणात्मक विश्लेषण के लिये ही नहीं बल्कि परिमाणात्मक विश्लेषण के लिये भी प्रयुक्त किये जा सकते हैं। इसका कारण यह तथ्य है कि कई बार विलयन में रासायनिक यौगिक की सान्द्रता जितनी उच्च होती है, उसका रंग उतना ही तेज होता है अर्थात् वह एक निश्चित तरंग-दैर्घ्य के रंग को ज्यादा शक्ति के साथ अवशोषित करता है। अतः किसी विलयन द्वारा प्रकाश का अवशोषण निश्चित करके (आम तौर पर कहा जाता है कि उसका प्रकाशिकीय घनत्व निर्धारित करके) किसी भी विशेष तत्व की सान्द्रता ज्ञात की जा सकती है।

पारद की केवल एक बूंद इस काम के लिये काफी रहती है

अति प्राचीन काल से एक कहावत प्रसिद्ध चली आ रही है: "प्रतिभाशाली व्यक्तियों की सारी बातें साधारण होती हैं"।

रासायनिक विश्लेषण के क्षेत्र में खोज के उपलक्ष में नोबल पुरस्कार केवल एक बार प्रदान किया गया। यह खोज 1922 में विख्यात चेकोस्लोवाकियन वैज्ञानिक यारोस्लाव हेरोव्स्की ने की। तब से

प्राग एक प्रकार से मक्का बन गया है। असंख्य "तीर्थयात्रियों" ने हेरोव्स्की की नयी विधि – पोलेरोग्राफी – सीखने के लिये प्राग की यात्रा की।

आज हर साल पोलेरोग्राफी विश्लेषण पर सारी दुनिया में एक हजार से अधिक लेख प्रकाशित होते हैं। इस विधि का कखरा निम्न है। जिस विलयन में दिये पदार्थ की सान्द्रता ज्ञात करनी होती है, उसे एक कांच के बीकर में भर देते हैं। इसके बाद कुछ पारद बीकर के तले में रख देते हैं। पारद की सतह इलेक्ट्रोड का काम करती है। कैपिलरी नली से बीकर में निश्चित अंतरालों से गिर रहे पारद की बूंदें दूसरे इलेक्ट्रोड का काम करती हैं।

इलेक्ट्रोड विद्युत-स्रोत के साथ जोड़ दिये जाते हैं। इसके कारण विलयन में विद्युत-अपघटन होना चाहिये। परंतु विद्युत-अपघटन तभी होगा, जब पारद की बूंद पर विभव काफी उच्च होगा। अगर विभव निम्न है, परिपथ में किसी भी प्रकार की धारा प्रवाहित नहीं होगी। जब विभव किसी सीमा से बढ़ा दिया जाता है, तो विलयन में उपस्थित आयनों का विसर्जन आरंभ हो जाता है। तब परिपथ में धारा का प्रवाह शुरू हो जाता है।

अगर विलयन में विभिन्न तत्वों के आयन उपस्थित हैं, तो हर किस्म उन विशेष आयनों के विभिन्न विभव मान पर विसर्जित होगी।

रसायनज्ञ लेखाचित्र बनाते हैं जिनमें विभवों के मान भुजी के समानान्तर तथा उत्पन्न धारा को-

टियों के समानान्तर अंकित करते हैं। इस प्रकार बना वक्र एक सीढ़ी की तरह होता है जिसकी हर पैड़ी आयनों की एक निश्चित किस्म के विसर्जन के संगत होती है।

प्राप्त वक्र की एक मानक वक्र के साथ तुलना करते हैं जिसे ज्ञात पदार्थों की ज्ञात सान्द्रताओं वाले विलयन के लिये पहले से अंकित कर लिया गया है।

इस प्रकार विलयन एक साथ गुणात्मक और परिमाणात्मक रूप से विश्लेषित किया जा सकता है। विशेष उपकरणों की सहायता से विश्लेषण स्वचालित रूप से किया जा सकता है।

पोलेरोग्राफीय विधि के बारे में पहला विशेषण जो आप सोचेंगे, वह होगा – सुचारू। परंतु सुचारूपन इसकी अकेली विशेषता नहीं है। पोलेरोग्राफी आसान, द्रुत और परिशुद्ध है; इन गुणों के मामले में यह विश्लेषण की अन्य विधियों से क्षेष्ठ है। उदाहरण के लिये, पोलेरोग्राफी द्वारा एक घन सेंटीमीटर विलयन में $^1/_{10}$ लाख जिंक क्लोराइड को मात्रात्मक रूप से निर्धारित किया जा सकता है। इस विश्लेषण में 10 मिनट से कम समय लगता है।

हेरोव्स्की की मौलिक विधि अब परिष्कृत कर दी गयी है और इसके कई नये रूपांतर सुझाये गये हैं। इसमें से एक है – अवशोषण पोलेरोग्राफीय विश्लेषण, जो बहुत सुग्राहित है। यह विधि $^1/_{10}$ लाख ग्राम जितनी निम्न सान्द्रताओं वाले एक घन सेंटीमीटर

विलयन में कार्बनिक पदार्थ निर्धारित करने में सरलता से प्रयुक्त की जा सकती है।

पोलेरोग्राफी की ग्रावश्यकता कहां पड़ती है? लगभग हर जगह: स्वचलित नियंत्रण के लिये, खनिजों और ऐलायों के विश्लेषण के लिये। पोलेरो ग्राफी से जीव में विटामिनों, हार्मोनों और विषों की मात्राओं का अनुपात लगाया जाता है।

एक रासायनिक प्रिज्म

संयोगवश इस वैज्ञानिक का नाम और पेशा उसकी खोज के अनुरूप हैं।

वह एक बनस्पतिज्ञ था और उसका नाम मिखाईल त्सवेत था। रूसी भाषा में रंग को त्स्वेत कहते हैं। बनस्पतिज्ञ त्सवेत की क्लोरोफिल में रुचि थी, जो, जैसाकि हम जानते ही हैं, पत्तियों को हरा रंग प्रदान करता है।

परंतु प्रोफेसर त्सवेत को कई रासायनिक प्रक्रियाओं की जानकारी थी। विशेष रूप से उन्हें ऐसे पदार्थों (अधिशोषकों) का पता था जो अपनी सतहों पर कई गैसों और द्रवों को रोक (अधि-शोषित) सकते हैं।

उन्होंने एक पत्ती को पीसकर हरे पेस्ट में परिवर्तित कर लिया और फिर उसमें ऐलकोहाल मिलाया। पेस्ट का रंग गायब हो गया, जिसका मतलब यह हुआ कि उसकी रंजन सामग्री ऐलकोहाल ने निकाल ली।

इसके बाद उन्होंने कांच की एक नली ली और बेंजीन में भिगोया चाक उसमें भर दिया। अब उन्होंने इस नली में क्लोरोफिलयुक्त विलयन उड़ेला।

चाक पाउडर की ऊपरी सतह हरी हो गयी।

वैज्ञानिक ने नली में बूंद-बूंद करके बेंजीन डालना शुरू कर दिया। हरा छल्ला सरकने लगा और नीचे की ओर बढ़ने लगा। और फिर कमाल हो गया! यह विभिन्न रंगों के कई बैंडों में विभाजित हो गया। पीले-हरे, हरे-नीले और विभिन्न आभाओं वाले तीन पीले बैंड बन गये। वनस्पतिज्ञ त्सवेत को यह नजारा बहुत अनोखा लगा। और यह नजारा रसायनज्ञों के लिये बहुत महत्वपूर्ण उपलब्धि साबित हुआ।

जैसाकि हम बता चुके हैं क्लोरोफिल कई रासायनिक यौगिकों का मिश्रण था। ये यौगिक एक दूसरे से भिन्न थे, परंतु उनकी आण्विक संरचना और गुण मिलते थे। आज जिसे क्लोरोफिल कहते हैं, वह उनमें से एक तथा सर्वाधिक महत्वपूर्ण था। अब यह सारे पदार्थ एक सरल विधि द्वारा एक दूसरे से पृथक किये जा चुके हैं।

ये सारे चाक द्वारा अधिशोषित किये गये थे, परंतु प्रत्येक अपने ढंग से। चाक पाउडर की सतह द्वारा प्रत्येक यौगिक को रोकने की शक्ति भिन्न थी। और जब बेंजीन नली में से गुजरा, उसने पदार्थों को विभिन्न क्रम से साफ किया। पहले उन पदार्थों को, जिन्हें कम मजबूती के साथ पकड़ कर रखा

गया था और फिर उनको, जिन्हें ज्यादा मजबूती के साथ रोका गया था। इस प्रक्रिया के परिणामस्वरूप विभाजन हुआ।

अधिशोषक ("रासायनिक प्रिज्म") के कॉलम ने पदार्थों के जटिल मिश्रण को उसके अवयवों में पृथक कर दिया था जैसेकि एक प्रिज्म सूर्य के प्रकाश को स्पेक्ट्रम के रंगों में विभाजित कर देता है। त्सवेत ने 1903 में आविष्कृत इस विश्लेषण विधि को "क्रोमैटोग्राफी" नाम से पुकारा। यूनानी भाषा में इस शब्द का अर्थ होता है—"वर्णलेखन"।

आज विश्व की सारी वैश्लेषिक प्रयोगशालाओं में रासायनिक "वर्णलेखन" विधि एक सर्वाधिक महत्वपूर्ण विधि बनी हुई है।

परंतु बहुत सारी वैज्ञानिक खोजों के अंत अतर्क्य हैं। कुछ भुला दी गयी हैं, कभी-कभी कई सालों के लिये, जिससे कि बाद में वे वैज्ञानिक क्षितिज पर ऐसे चमके जैसेकि प्रथम दीप्ति का सितारा चमकता है। क्रोमैटोग्राफी के साथ भी यही हुआ। केवल पांचवें दशक में इसे याद किया गया और किसी ने कभी भी इस बात पर अफसोस प्रकट नहीं किया।

प्रोमिथियम कैसे खोजा गया?

सच पूछिये, तो यह तत्व, जिसका परमाणु क्रमांक 61 है, कई बार खोजा गया। और हर

बार इसे दूसरा नाम दिया गया: इलिनियम, फ्लोरेनशियम साइक्लोनियम। परंतु हर बार इसकी खोज झूठी साबित हुई और मृत-जात का नाम इतिहास बन गया।

इसके बाद वैज्ञानिकों ने यह सिद्ध किया कि पृथ्वी पर 61 वाला नंबर तत्व था ही नहीं। प्रकृति ने किसी अजीब सनक के कारण आवर्त प्रणाली से इसका एक प्रतिनिधि नहीं छीन लिया। कारण यह था कि तत्व नंबर 61 के सारे समस्थानिक विघटनाभिक तथा अस्थायी हैं और बहुत समय पहले पड़ोसी तत्वों के समस्थानिकों में क्षयित हो गये हैं।

अंत में, 1945 में एक नाभिकीय रिऐक्टर की प्रक्रिया के दौरान यह तत्व कृत्रिम रूप से प्राप्त किया गया। रिऐक्टर के इंधन यूरेनियम के नाभिकों के विखंडन के फलस्वरूप बहुत बड़ी संख्या में टुकड़े बनते हैं जो हलके तत्वों के नाभिक होते हैं। इनमें प्रोमिथियम (इस दुग्रहिय तत्व का असली नाम) भी शामिल होता है।

सैद्धान्तिक भौतिकविदों ने इस रिपोर्ट पर हस्ताक्षर कर दिये होंगे। परंतु रसायनज्ञ प्रोमिथियम को अपने हाथों में पकड़ कर "महसूस" करना चाहेंगे और नयी धातु के छोटे से कण या कम से कम इसके यौगिकों को अपनी आंखों से जरूर देखना चाहेंगे।

तथापि यूरेनियम विखंडन के टुकड़ों के मिश्रण

से तत्व नंबर 61 की $^1/_{10}$ या $^1/_{100}$ ग्राम से अधिक मात्रा प्राप्त करना शायद संभव होगा।

क्या यह मात्रा बहुत थोड़ी है? रसायनज्ञों का कई बार पदार्थों की इससे भी कम मात्राओं के साथ वास्ता पड़ा था और वे सफल रहे थे।

कठिनाई कुछ और तरह की थी। प्रोमिथियम एक दुर्लभ मृदा तत्व है और हम इस परिवार के सदस्यों की समानता की चर्चा कर चुके हैं। नाभिकीय टुकड़ों के मिश्रण में प्रोमिथियम के निकटतम पड़ोसियों – नियोडियम और समेरियम भी काफी मात्रा में उपस्थित थे।

सबसे पहले प्रोमिथियम को उनसे पृथक करना था. परंतु यह काम इतना आसान नहीं था। जिन रसायनज्ञों ने सारा जीवन दुलर्भ मृदाओं के अध्ययन में बिता दिया, उन्होंने वास्तव में एक महान वैज्ञानिक कार्य किया। यह एक यातना थी – इसके लिये इससे ज्यादा उपयुक्त शब्द नहीं मिलेगा – 14 जुड़वों को अलग करना और प्रत्येक को अलग-अलग रूप में प्राप्त करना।

(फ्रेंच रसायनज्ञ उरबेन ने शुद्ध थूलियम प्राप्त करने का फैसला किया। और उन्होंने यह कम पूरा कर दिखाया। परंतु इसमें पांच साल लगे और उन्हें पन्द्रह हजार से ऊपर नीरस तथा बहुत थकाऊ रासायनिक प्रयोग करने पड़े।)

निस्संदेह शुद्ध प्रोमिथियम का पृथक्करण सरल था, परंतु इतना ज्यादा नहीं।

याद रखना चाहिये कि यह तत्व विघटनाभिक है और तीव्रता से क्षयित हो जाता है। अतः संभव था कि जब तक इसे पृथक कर दिया गया तब तक यह खत्म ही हो गया हो।

अतः तेज विधियों की जरूरत थी, ऐसी विधियों की, जो लैन्थेनाइडों को सालों या महीनों या हफ्तों में नहीं, बल्कि कुछ घंटों अलग कर दें। रसायन को ऐसी कोई विधि पता नहीं थी।

तब क्रोमैटोग्राफी को याद किया गया। त्सवेत की पृथक्कारी नली (अब इसे क्रोमैटोग्राफी कॉलम कहा जाता है) को एक अधिशोषक (पहले की तरह चाक नहीं, बल्कि विशेष आयन-विनिमय रेजिन) से भर दिया गया। रेजिन सतह में से दुर्लभ मृदा तत्वों का विलयन गुजारा गया। हालांकि लैन्थेनाइड एक दूसरे के साथ बहुत ज्यादा समानता रखते हैं परंतु वे एकसमान नहीं होते। प्रत्येक रेजिन के साथ एक जटिल यौगिक बनाता है। इन यौगिकों का स्थायित्व एक निश्चित क्रम से भिन्न होता है। परिवार का पहला सदस्य लैन्थेनम सबसे मजबूत यौगिक बनाता है और अंतिम सदस्य ल्यूटीशियम सबसे कमजोर यौगिक बनाता है।

इसके बाद रेजिन को एक विशेष विलयन से धोया जाता है। विलयन की बूंदें रेजिन कणों को साफ कर देती हैं और यहां भी एक निश्चित क्रम से।

और शुद्ध दुर्लभा मृद लवणों के विलयन बूंद-

बंद करके कॉलम से निकलना शुरू हो जाते हैं: पहले ल्यूटीशियम लवण और अंत में लैन्थेनम।

यह वह विधि है जिसके द्वारा अमरीकी वैज्ञानिकों मारिन्स्की, ग्लेन्डेनिन और कोरयेल ने नियोडिमियम और समेरियम से प्रोमिथियम पृथक किया। और उन्हें इस काम में केवल कुछ घंटे लगे।

स्ट्राबेरी की खुशबू कैसी होती है?

देवदारू के वृक्षों के जंगल में एक हरा भरा मैदान...। जुलाई का एक गर्म दिन। स्ट्राबेरी, स्ट्राबेरी, जिधर देखो, उधर स्ट्राबेरी – पकी, सख्त, चमकीली लाल स्ट्राबेरी, इतनी स्वादिष्ट कि मुंह में रखते ही पिघल जाती है।

परंतु स्ट्राबेरी की खुशबू कैसी होती है? आपको मानना पड़ेगा कि आपने इस बात को कभी सोचा ही नहीं। आपने देवदारू के वृक्षों के जंगल की सुवास का, उजले वन-गलियारे की सुगंध का आनंद उठाया होगा।

परंतु गंध एक बहुत जटिल परिघटना है। गंधों का एक पूरा विज्ञान है। वैज्ञानिकों को अभी एक-समान धारणा निर्धारित करनी है कि कुछ पदार्थों की गंध तीव्र क्यों होती है जबकि दूसरों में न के बराबर गंध होती है; कुछ गंधें प्रिय लगती हैं और कुछ से घृणा होती है।

इस बात में कोई संदेह नहीं कि किसी पदार्थ

की गंध उसके अणुओं की संरचना के साथ संबंधित होती है। परंतु कैसे? इस बात का हम कोई निश्चित उत्तर नहीं दे सकते। गंधों पर अभी तक कोई पक्का भौतिक सिद्धांत नहीं सोचा गया है।

रसायनज्ञों का काम आसान है। वे विभिन्न गंधों के "उत्तरदायी" भिन्न अणुओं की पहचान कर सकते हैं और आपको ठीक-ठीक बता सकते हैं कि स्ट्राबेरी की खुशबू कैसी होती है।

स्ट्राबेरी की गंध बहुत जटिल प्रकार की होती है; यह 96 विभिन्न गंधों का मिश्रण होती है। सर्वाधिक अनुभवी इत्रफरोश भी प्रकृति की इतना शानदार "स्ट्राबेरी इत्र" बनाने की क्षमता पर ईर्ष्या कर सकता है।

वैज्ञानिक इस "स्ट्राबेरी" इत्र को किस तरह से विच्छेदित कर पाये?

गैस-द्रव क्रोमेटोग्राफी विधि द्वारा।

इस विधि में अधिशोषक विशेष प्रकार से प्राप्त सिलिकन डाइआक्साइड SiO_2 होता है जिसे न उड़ने वाले द्रव में भिगोया हुआ होता है। गतिमान माध्यम के रूप में एक निष्क्रिय गैस (आर्गान) ली जाती है। और बस इन्हीं चीजों से काम चल जाता है।

अन्यथा कांच की नली को केवल न उड़ने वाले द्रव में भिगो सकते हैं। नली बहुत लंबी होनी चाहिये। ताजी स्ट्राबेरियों की सारी खुशबू को "पकड़ने" के लिये अनुसंधाताओं को... 120 मीटर लंबी नली इस्तेमाल करनी पड़ी थी।

निस्संदेह इसे एक कुंडली के रूप में लपेटा जाना था और एक विशेष उपकरण तापस्थापी में रखा जाना था, जहां तापमान धीरे-धीरे तथा समान रूप से बढ़ाया जा सकता था। यह इसलिये आवश्यक था क्योंकि स्ट्राबेरी की गंध के विभिन्न घटकों की उड़नशीलता की गति भिन्न होती है। घटक नली के अन्दर एक निश्चित क्रम में व्यवस्थित हो गये। इसके बाद नली में आर्गान प्रवाहित कर उन्हें बाहर धकेल दिया गया। निर्गम द्वार पर एक जटिल उपकरण विभिन्न घटकों के निकलने का क्रम अंकित करता गया। स्ट्राबेरियों की गंध में उनकी संख्या 96 निकली हालांकि उनका कुल वजन केवल 10^{-12} ग्राम था।

रसायनज्ञों ने इस विधि द्वारा कई बहुत जटिल प्राकृतिक पदार्थों का अध्ययन किया है। क्या आप बता सकते हैं कि पैट्रोलियम के कितने अवयव होते हैं? दो सौ तीस से कम नहीं। इसके अलावा उनकी केवल गिनती ही नहीं की गयी है बल्कि प्रत्येक की पहचान भी की गयी है।

तीन शताब्दियों के बाद रोग निदान

सर इसाक न्यूटन की जीवनी की इतनी विस्तृत जानकारी है कि उनके जीवन की कुछ आंतरिक तथा विचित्र बातें तक पता हैं, कहा जाता है कि इंगलैंड के हाउस आफ कामनस का सदस्य होते हुए भी

वज्ञानिक ने केवल एक बार भाषण दिया... जब उन्होंने खिड़की बंद करने की प्रार्थना की।

परंतु हाल तक न्यूटन की जीवनी में एक खाना खाली था। 1692 में वे गंभीर रूप से बीमार पड़ गये: उनको भूख नहीं लगती थी, उन्हें अनिद्रा रोग हो गया था, उन्हें अपने मित्रों को देखकर खुशी नहीं होती थी, उनकी याददाश्त कम हो गयी थी। उन दिनों उन्होंने जो पत्र लिखे, उनकी शैली और सारांश दोनों ही अजीब थे।

सौभाग्यवश रहस्यमय बीमारी एक साल बाद दूर हो गयी और विख्यात भौतिकविद तीन दशक और जिये।

न तो न्यूटन खुद और न ही उनकी जीवनगाथा के लेखक बता सके कि उन्हें क्या हो गया था। यह अनुमात लगाया गया कि उनका तंत्रिका-तंत्र फैल हो गया था। उनके जीवन में कुछ उत्कट परिस्थितियां आयी थीं, परंतु ये 1692 से काफी पहले की बातें थीं।

कुछ वर्ष पहले ब्रिटिश वैज्ञानिक एक और संभावना सुझाई और वह यह कि बीमारी का असली कारण मर्करी का जहर था। न्यूटन के पत्रों, उनकी डायरियों तथा प्रयोगशाला की लॉगबुकों, जिसमें उन्होंने अपने प्रयोगों तथा उनमें प्रयुक्त किये गये रासायनिक अभिकर्मकों का वर्णन किया था, के गंभीर अध्ययनों से इस शक की पुष्टि हो गयी।

यहां यह बताना जरूरी है कि न्यूटन ने अपने

को रसायन से बचकर कभी नहीं रखा; उन्होंने कीमियागरी प्रयोग तक किये। वे अपने रासायनिक हस्तकौशल से प्राप्त चीज को अक्सर चख कर देखते थे। 1692 में उनके द्वारा लिखी टिप्पणियों में मर्करी, ऐंटिमनी और अन्य जहरीले पदार्थों से संबंधित "कीमियागरी" प्रयोगों का वर्णन मिलता है। इन तथ्यों का न्यूटन की बीमारी के साथ संबंध जोड़ते हुए अनुसंधाता इस निष्कर्ष पर पहुंचे कि इस बात की बहुत ज्यादा संभावना है कि उन्हें मर्करी का जहर चढ़ गया था।

परंतु लगभग तीन सौ साल बाद इस रोग-निदान को सिद्ध कैसे किया जाये?

पूर्व में एक ऐसी मिसाल हो चुकी है जब आधुनिक रासायनिक विधियों की सहायता से ऐतिहासिक रहस्यों का भेद खोला गया। छठे दशक में वैज्ञानिकों ने नैपोलियन के बालों के एक गुच्छे का विशेष विश्लेषण किया। शक था कि जिन दिनों नैपोलियन सेंटे हेलेना टापू पर निर्वास के दिन बिता रहे थे, उन्हें आर्सेनिक दे दिया गया था। नाभिकीय रिऐक्टर में बालों को न्यूट्रानों द्वारा किरणित किया गया। विघटनाभिक उत्सर्जन के गुण के आधार पर यह सिद्ध हो गया कि बालों में आर्सेनिक की उच्च मात्रा उपस्थित थी।

सौभाग्यवश इसाक न्यूटन के बालों की कुछ लटें संभाल कर रखी गयी थीं। पोर्टस्माउथ के अर्ल ने, जिनके पास एक ऐसा स्मृति-चिन्ह था, इंगलैंड

के ओल्डरमेस्टन नाभिकीय केन्द्र को 15 बाल दे दिये।

प्रत्येक बाल का "न्यूट्रान संसाधन" संपन्न सहकराया गया। सर्वाधिक परिशुद्ध उपकरण की सहातय से विभिन्न रासायनिक तत्वों की न्यून से न्यून सांद्रताएं ज्ञात की गयीं। जिन तत्वों को बहुत ज्यादा विषैला समझा जाता था, उन पर विशेष ध्यान दिया गया।

एक महीने के कठोर परिश्रम के बाद यह स्पष्ट हो गया कि न्यूटन के बाल में विषैली धातुओं की मात्रा सामान्य से कहीं अधिक थी। मर्करी की सान्द्रता विशेष रूप से बहुत ज्यादा थी। मनुष्य के बाल में इसकी सामान्य मात्रा औसतन 0.0005% मे ऊपर नहीं जाती जबकि न्यूटन के बाल में यह 0.02% तक पहुंच गयी थी, जो अनुमेय सीमा से 400 गुना अधिक थी।

निस्संदेह न्यूटन के कीमियागर प्रयोग बेकार ही नहीं गये। और हमें भाग्य का आभारी होना चाहिये कि वे समय पर संभल गये। बहुत सारे अनु-संधाता खतरनाक रासायनिक अभिकर्मकों का शिकार बने।

इस प्रकार आधुनिक विज्ञान सारे युगों के एक महान वैज्ञानिक की बीमारी का निदान करने में सफल हुआ।

विश्लेषण की एक सुग्राही विधि ने उन ऐतिहासिक पहेलियों को बुझाया। इसका सार निम्न है।

प्राकृतिक आर्सेनिक बहुत स्थायी तत्व होता है। जो भी हो, किसी को भी इसमें विघटनाभिकता कभी नहीं मिली है।

आर्सेनिक में एक और खूबी होती है। यह "अकेला" तत्व होता है। अन्य कई तत्व दो, तीन या अधिक समस्थानिकों के मिश्रण होते हैं। उदाहरण के लिये, टिन के दस स्थायी समस्थानिक होते हैं और वे सारे प्रकृति में मिलते हैं।

आर्सेनिक ऐसा नहीं है। इसके नाभिक में 33 प्रोटोन और 42 न्यूट्रान उपस्थित हैं तथा यह संयोजन बहुत स्थायी है।

परंतु अगर एक बाह्य न्यूट्रान किसी तरह से इस नाभिक में घुसा दिया जाये, तो इसका स्थायित्व खत्म हो जाता है और आर्सेनिक का एक विघटनाभिक समस्थानिक बन जाता है जिसे रासायनिक विधियों के बिना नहीं ढूंढ़ा जा सकता। इसके लिये ऐसे उपकरण की जरूरत होती है जो विघटनाभिक उत्सर्जन को अंकित करे। सक्रिय आर्सेनिक की मात्रा जितनी अधिक होती है, उसका विकिरण उतना ही ज्यादा तीव्र होता है।

यह सक्रियण विश्लेषण की बहुत महत्वपूर्ण विधि का साधारण परंतु मुख्य सिद्धांत है। इसकी

सहायता से पदार्थों की अत्यणु मात्राएं, एक ग्राम के अंश जिन्हें दशमलव चिन्ह के बाद 10 या 12 शून्यों की संख्याओं द्वारा व्यक्त किया जाता है, ज्ञात किये जाते हैं। इसके लिये अध्ययन हेतू ली गयी वस्तु को केवल न्यूट्रानों के पुंज द्वारा किरणित करना था और प्राप्त विघटनाभिक समस्थानिकों द्वारा उत्सर्जित विकिरण नापना था।

इस मामले में मर्करी आर्सेनिक से मिलता है; न्यूट्रानों के साथ इसके किरणन के फलस्वरूप भी विघटनाभिक समस्थानिक बनते हैं।

आधुनिक विश्लेषकों के लिये सक्रियण विश्लेषण एक सब कुछ देखने वाली आंख का काम करता है, जो बातें अन्य विश्लेषण विधियां मुश्किल से ढूंढ़ पाती हैं, यह विधि उन्हें बड़ी आसानी से ढूंढ़ लेती है।

शुद्ध जर्मेनियम को एक उत्तम अर्धचालक माना गया है। परंतु अगर इसमें किसी अशुद्धि, जैसे, ऐंटिमनी, के केवल कुछ परमाणु (एक ऐंटिमनी पर पमाणु प्रति खरब जर्मेनियम परमाणु जितनी निम्न मात्रा) उपस्थित हों, तो जर्मेनियम की अर्धचालकता पूर्णतया खत्म हो जाती है।

इसी वजह से जर्मेनियम की बहुत ध्यान से जांच करनी पड़ती है और यह काम केवल सक्रियण विश्लेषण की सहायता से पूरा किया जा सकता है।

इस प्रकार न्यूट्रान जर्मेनियम की प्लेट की ओर तेजी से बढ़ते हैं। रसायनज्ञ जानते हैं कि इसमें

ऐंटिमनी की कुछ मात्रा उपस्थित है। यह इतनी कम हो सकती है कि इसे नगण्य माना जा सकता है, परन्तु इतनी ज्यादा कि जर्मेनियम की शुद्धता अस्वीकार करनी पड़ेगी। जर्मेनियम और ऐंटिमनी के परमाण्वीय नाभिक न्यूट्रानों के साथ विभिन्न प्रतिक्रिया करते हैं। प्रथम उन्हें किसी प्रकार की प्रतिक्रिया दिखाये बिना बड़ी शांति से गुजरने देता है और अंतिम उन्हें बड़े लालच के साथ अवशोषित कर लेता है। इसी कारण से ऐंटिमनी के विघटनात्मिक समस्थानिक बन जाते हैं। बाकी काम विकिरण गणक निबटाते हैं। और तब हम विश्वास के साथ कह सकते हैं कि जर्मेनियम में ऐंटिमनी की मात्रा ज्यादा है या कम।

एकल परमाणुओं का रसायन

किसी जमाने में वैज्ञानिक नये तत्व के गुणों का अध्ययन करते समय इस बात का रोना रोते थे कि तत्व की मात्रा मिलीग्रामों में होने की वजह से उन्हें बहुत परेशानी होती थी।

तब से "अल्पता का मापदंड" कई बार संशोधित किया गया है। 1937 में इतालवी वैज्ञानिक पेरियर और सेर्गे ने, बस उन्हीं दिनों प्राप्त तत्व नंबर 43 टैक्नीशियम के गुणों का काफी सफलतापूर्वक अध्ययन किया। उनके पास आवर्त सारणी के इस नये प्रतिनिधि की केवल 1/10 अरब ग्राम मात्रा थी।

इस प्रयोग से अन्य वैज्ञानिकों को काफी लाभ पहुंचा। परायूरेनियम तत्वों के साथ काम करते समय रसायनज्ञों को माइक्रोग्राम आदि को पूरी तरह से भूला देना पड़ा था। "भारहीन, अल्प मात्राएं" – परायूरेनियम तत्वों पर छपे वैज्ञानिक लेखों के पृष्ठों पर ये शब्द दिखाई देने लगे। अनुसंधाता आवर्त प्रणाली के इस क्षेत्र में जितना आग बढ़ते गये, उनके सामने उतनी ही ज्यादा परेशानियां खड़ी होने लगीं।

अंत में एक सौ एक नंबर तत्व की बारी आयी, जिसका नाम महान खसी वैज्ञानिक के सम्मान में मेंडेलीवियम रखा गया।

चूंकि नये परायूरेनियम तत्व का एक नाम रख दिया गया था, अतः वैज्ञानिकों को इस बात का पूर्ण विश्वास हो जाना चाहिये था कि वह वास्तव में प्राप्त कर लिया गया था।

जिन परिस्थितियों में तत्व नंबर 101 के संश्लेषण की आशा थी, उन्हें कलित करना अपेक्षाकृत सरल था। संगत नाभिकीय अभिक्रिया का समीकरण लिखना कोई ज्यादा कठिन काम नहीं था। नये परायूरेनियम तत्व को कौन सा समस्थानिक बनेगा, इसका भी अनुमान लगाया जा सकता था।

सिद्धांत यह कहता था। परंतु प्रयोग से जो कुछ मिला था, उसकी पुष्टि भी तो करनी थी। यह सिद्ध करना था कि नाभिकीय प्रक्रिया के फलस्वरूप एक सौ एक तत्व के ही समस्थानिक बने थे, और किसी दूसरे तत्व के नहीं।

आगे बड़ी अजीब बात हुई। "एक सौ एक तत्व के एक संश्लेषण के दौरान नये तत्व के एक से अधिक परमाणु बनने की आशा नहीं होती" – उनके भौतिक तथा गणित तर्क का यह निर्णय था और यह बात सच सिद्ध हो गयी। केवल एक अकेले परमाणु, एक अज्ञात परमाणु ने अपने जन्म की घोषणा की। परंतु क्या यह एक सौ एक तत्व का परमाणु था?

सुग्राही विकरणमापी उपकरणों से परमाणु का अर्धक्षय-काल जरूर निर्धारित कर लिया गया, परंतु वे उसकी रासायनिक प्रकृति नहीं बता सके।

और संक्षेप में क्या एकल परमाणु के मुख्य रासायनिक गुणों का अध्ययन संभव है?

क्रोमैटोग्राफी यहां काम आयी।

अब आप हमारे तर्क पर ध्यान दें। एक सौ एक तत्व ऐक्टिनाइड परिवार से संबंधित होना चाहिये। ऐक्टिनाइडों के कुछ गुण एक और मिलते-जुलते परिवार के तत्वों लैन्थेनाइडों जैसे हैं, विशेषतया जब वे त्रिसंयोजी होते हैं। लैन्थेनाइडों का पृथक्करण आयन-विनिमयी क्रोमैटोग्राफी द्वारा संपन्न किया गया, लैन्थेनाइड मिश्रण से एक सुनिश्चित क्रम में अलग हुए; भारी पहले और उनके बाद हलके।

ऐक्टिनाइड श्रृंखला में एक सौ एक तत्व के बाद आइन्सटाइनियम (नंबर 99) और फर्मियम (नंबर 100) पृथक किये गये। अगर हम क्रोमैटोग्राफी विधि द्वारा आइन्सटाइनियम, फर्मियम और

तत्व नंबर 101 को पृथक करना चाहें तो क्रोमैटोग्राफी कॉलम से निकले द्रव की पहली बूंदों में अंतिम तत्व उपस्थित मिलना चाहिये।

वैज्ञानिकों ने कई बार मेंडेलीवियम संश्लेषण के प्रयोग दोहराये। मनुष्य द्वारा बनाये नये परमाणु की प्रकृति निश्चित करने के लिये उन्होंने कई बार आयन-विनियम क्रोमैटोग्राफी का प्रयोग किया। और हर अवस्था में मेंडेलीवियम परमाणु विलयन की ठीक उस बूंद में मिला जिसमें सिद्धांत के अनुसार इसे मिलना था। पहले इन बूंदों में केवल फर्मियम और आइन्सटाइनियम मिले। अतः मेंडेलीवियम का परमाणु क्रमांक 101 है और गुणों के मामले में इसके एक विशेष ऐक्टिनाइड होने की बहुत ज्यादा संभावना है।

एक आश्चर्यजनक संख्या

अपनी गणनाओं में वैज्ञानिकों का स्थिरांकों अर्थात् किसी विशेषता या गुण बताने वाले संख्यात्मक मानों के साथ अकसर वास्ता पड़ता है। हम ऐसे एक स्थिरांक की ओर आपका ध्यान आकर्षित करना चाहते हैं।

इसे आवोगाद्रो की संख्या कहते हैं। इसका यह नाम प्रसिद्ध इतालवी वैज्ञानिक के सम्मान में रखा गया है, जिन्होंने इस स्थिरांक का प्रयोग किया। किसी तत्व के ग्राम-परमाण में उपस्थित

परमाणुओं की संख्या को आवोगाद्रो की संख्या कहते हैं।

यहां यह याद दिलाना पड़ेगा कि किसी तत्व के परमाणु भार के तुल्य ग्रामों की संख्या ग्राम-परमाणु कहलाती है। कार्बन का ग्राम-परमाणु (लगभग) 12 ग्राम होता है, लोहे का 56 ग्राम और यूरेनियम का 238 ग्राम।

उपरोक्त में से प्रत्येक मात्रा में परमाणुओं की संख्या आवोगाद्रो की संख्या के ठीक बराबर होती है।

इसे कागज पर व्यक्त करने के लिये अंक 6 के बाद तेइस शून्य लिखे जाने चाहियें : और इसका बिल्कुल सही मान 6.025×10^{23} है।

इस प्रकार हम देखते हैं कि बारह ग्राम कार्बन, छप्पन ग्राम लोहे या दो सौ अड़तीस ग्राम यूरेनियम में कितने परमाणु उपस्थित हैं। आवोगाद्रो की संख्या इतनी बड़ी है कि इसकी कल्पना करना भी मुश्किल है। फिर भी आइये, हम कोशिश करते हैं।

हमारी पृथ्वी की आबादी लगभग 3 अरब है। अब कल्पना कीजिये कि पृथ्वी के सारे निवासियों ने किसी तत्व के ग्राम-परमाणु में परमाणुओं की संख्या की गिनती करने का फैसला कर लिया। मान लीजिये हर व्यक्ति ने रोज आठ घंटे काम किया और एक सेकंड में एक गिनती की। पृथ्वी के सारे निवा-

सियों को 6.025×10^{23} परमाणुओं की गिनती करने में कितना समय लगेगा?

एक बहुत साधारण गणना, जिसे आप खुद भी आसानी से कर सकते हैं, बताती है कि इसमें 2 करोड़ साल लग जायेंगे।

आवोगाद्रो की संख्या की विशालता इस बात का सबूत है कि सारे रासायनिक तत्वों की सर्वव्यापिता की धारणा की नींव पक्की है। हम हर जगह किसी भी रासायनिक तत्व के कुछ अणु जरूर ढूंढ़ सकते हैं। यह स्पष्ट है कि पूर्णतया शुद्ध पदार्थ प्राप्त करने का प्रयास असफल रहेगा। 10^{23} परमाणुओं में नयी अशुद्धियां मिलाये बिना किसी अशुद्धि के एकल परमाणु को पकड़ पाना पूर्णतया असंभव है।

निस्संदेह एक ग्राम लोहे में लगभग 10^{23} परमाणु होते हैं। अगर इसमें कापर परमाणुओं का केवल 1% (10 मिलीग्राम) अशुद्धि के रूप में हो, तो यह संख्या 10^{20} परमाणुओं से कम नहीं होती। अगर अशुद्धि की मात्रा घटाकर एक प्रतिशत का दस हजारवां हिस्सा कर दी जाये, तब भी मुख्य पदार्थ के प्रति 10^{23} परमाणुओं में अशुद्धि के परमाणुओं की संख्या 10^{16} परमाणु रहती है। अगर अशुद्धि में आवर्त प्रणाली के सारे तत्व उपस्थित हैं, तब हर तत्व के औसतन 10^{14} अर्थात् 10 खरब परमाणु होंगे।

रसायन का विस्तार...

एक बार फिर हीरों की बात

एक शुद्ध बिना फलक वाला हीरा कठोरता में सारे खनिजों, पदार्थों आदि का चैंपियन होता है। आधुनिक इंजीनियरी को हीरों के बिना काफी परेशानी होगी।

धारीदार और घिसा हीरा रत्न बन जाता है है, जिसका और कोई रत्न मुकाबला नहीं कर सकता।

जौहरी लोग भूरे-नीले हीरों की विशेषतया ऊंची कीमत आंकते हैं। वे लाखों में कभी एक बार मिलते हैं जिसकी वजह से उनकी कीमत वास्तव में बहुत ही ज्यादा ऊंची रखी जाती है।

परंतु इस सब के बावजूद भी रत्न-हीरे इतने ज्यादा महत्वपूर्ण नहीं हैं। अगर कुछ और साधारण हीरे होते तो कि हम प्रत्येक नन्हें क्रिस्टल की चिंता न करते।

हन्त, पृथ्वी पर हीरों के निक्षेप बहुत कम हैं तथा वे और भी कम समृद्ध हैं। इनमें से एक दक्षिणी

अफ्रीका में है जो अभी भी सोवियत संघ के बाहर विश्व के हीरक उत्पादन का नब्बे प्रतिशत भाग दे रहा है। सोवियत संघ में छठे दशक में हीरों से समृद्ध एक बहुत बड़ा क्षेत्र याकूतिया में खोजा गया और अब वहां औद्योगिक स्तर पर हीरों का उत्पादन हो रहा है।

प्राकृतिक हीरों के निर्माण के लिये विशेष परिस्थितियां चाहिये थीं, अर्थात् अतिउच्च तापमानों और विशाल दाबों की जरूरत थी। भू-पर्पटी की गहरी सतहों में हीरों का जन्म हुआ। कई जगह हीरों से समृद्ध गलन बाद में सतह पर आ गये और जम गये, परंतु ऐसी घटनाएं बहुत ही विरल थीं।

परंतु क्या हम प्रकृति की मदद के बिना काम नहीं चला सकते ? क्या मनुष्या खुद हीरे नहीं बना सकता ?

विज्ञान के इतिहास को कृत्रिम रूप से हीरे प्राप्त करने के बहुसंख्यक प्रयासों की जानकारी है। (प्रसंगवश हम बताना चाहेंगे कि हेनरी मोइसान ऐसे प्रथम प्रयोगकर्ताओं में शामिल थे। वे फ्लुओरीन को स्वतंत्र अवस्था में प्राप्त करने वाले प्रथम वैज्ञानिक थे)। परंतु किसी भी वैज्ञानिक को सफलता नहीं मिली। या तो उनकी विधियां मुलतः गलत थीं या प्रयोगकर्ताओं के पास ऐसे उपकरण नहीं थे जो अतिउच्च ताप और दाब के संयोजन की क्षमता रखते थे।

शताब्दी के केवल छठे दशक के मध्य में आधु-

निक इंजीनियरी ने कृत्रिम हीरों के उत्पादन की समस्या का हल ढूंढ़ लिया। जैसेकि आशा की जा सकती थी, आरंभिक माल ग्रेफाइट था। इसे एक साथ 1 लाख ऐटमोस्फियर दाब तथा लगभग तीन हजार डिग्री सेंटीग्रेट ताप के प्रभाव में रखा गया। अब दुनिया के कई देशों में हीरों का उत्पादन किया जाता है।

परंतु इस बार रसायनज्ञ केवल सब के साथ मिलकर आनन्द मना सके। उन्होंने इस काम में एक छोटी सी भूमिका निभायी, इस उपलब्धि का अधिकांश श्रेय भौतिकविदों को मिला।

फिर भी रसायनज्ञ एक और तरीके से विजयी हुए। उन्होंने हीरों को और श्रेष्ठ बनाने में सहायता दी।

हीरों को श्रेष्ठ करने में? क्या हीरों से भी ज्यादा आदर्श चीज हो सकती है? क्रिस्टलों की दुनिया में इसकी क्रिस्टलीय संरचना सबसे श्रेष्ठ है। हीरे के क्रिस्टलों में कार्बन परमाणुओं की आदर्श ज्यामितीय व्यवस्था हीरों को इतना कठोर बनाती है।

हीरों को और ज्यादा कठोर नहीं किया जा सकता, परंतु हीरे से ज्यादा कठोर पदार्थ जरूर बनाया जा सकता है। रसायनज्ञों ने ऐसे पदार्थ के उत्पादन के लिये आरंभिक पदार्थ बना लिया है।

बोरान और नाइट्रोजन का एक यौगिक है जिसे बोरान नाइट्राइड कहते हैं। देखने में यह बहुत

साधारण लगता है, परंतु इसकी क्रिस्टलीय संरचना देखकर सावधान होना पड़ता है। इसकी क्रिस्टलीय संरचना ग्रेफाइट जैसी होती है। इसी कारण काफी अर्से तक नाइट्राइड "सफेद ग्रेफाइट" के नाम से ज्ञात रहा है। यह बात जरूर सच है कि किसी ने भी कभी इससे पेंसिल बनाने की कोशिश नहीं की...।

रसायनज्ञों ने बोरान नाइट्राइड के संश्लेषण की एक सस्ती विधि ढूंढ़ ली। भौतिकविदों ने इस पर कई परीक्षण किये जिनके दौरान दाब लाखों ऐटमौस्फियर और ताप हजारों डिग्री सेल्सियस रखा गया। उनका तर्क बहुत साधारण था। अगर "काला" ग्रेफाइट हीरे में परिवर्तित किया जा सकता है, तो "सफेद" प्रतिपक्ष से हीरे जैसा पदार्थ क्यों नहीं प्राप्त किया जा सकता?

उनके प्रयासों का परिणाम बोराजोन था, जो हीरे से ज्यादा कठोर पदार्थ था। यह हीरे के चिकने फलकों पर निशान बना सकता है और उच्च ताप सह सकता है; बोराजोन को जलाना इतना सरल काम नहीं है।

बोराजोन अभी भी काफी महंगा है। इसकी कीमत गिराने के लिये कुछ मेहनत करनी पड़ेगी। परंतु सर्वाधिक महत्वपूर्ण काम निबटा दिया गया है। मनुष्य एक बार फिर प्रकृति से ज्यादा कुशल साबित हुआ है।

कुछ दिनों पहले एक खबर मिली है कि जापानी वैज्ञानिक हीरे से काफी ज्यादा कठोर पदार्थ

प्राप्त करने में सफल हो गये हैं। उन्होंने मैग्नीशियम सिलिकेट (मैग्नीशियम सिलिकन और ऑक्सीजन का एक यौगिक) 150 टन प्रति वर्ग सेंटीमीटर दाब पर रखा। स्पष्ट कारणों की वजह से संश्लेषण का विस्तृत वर्णन नहीं छापा गया। नवजात "कठोरता के राजा" का अभी तक कोई नाम नहीं रखा गया है। परंतु इससे कोई फर्क नहीं पड़ता। फर्क इस बात का पड़ता है कि हीरा जो शताब्दियों से कठोरतम पदार्थों की सूची में प्रथम स्थान पर चला आ रहा है, निकट भविष्य में काफी नीचे चला जायेगा।

अंतहीन अणु

हर व्यक्ति जानता है कि रबर क्या है। यह गेंद और जूते है। यह सर्जन के दस्ताने है। कारों के टायर, सिकाई की बोतल, बरसाती और पानी के पाइप भी रबर के ही बने होते हैं।

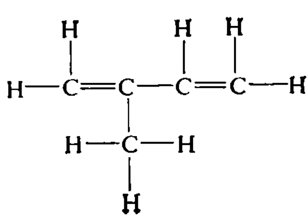
आज हजारों फैक्टरियों और प्लांटों में रबर और रबर की चीजों का उत्पादन किया जाता है। कुछ दशकों पहले रबर की सारी चीजें प्राकृतिक रबर से बनायी जाती थीं जिसे कूचुक कहते हैं। यह शब्द टूपी* भाषा से लिया गया है जिसका अर्थ है हेविया

*टूपी दक्षिणी अमरीकी रेड इंडियनों की एक जाति की भाषा है। इस जाति के लोग मुख्यत: अमेजन नदी की घाटी में रहते हैं।

की आंसू। हेविया एक बहुत महत्वपूर्ण वृक्ष है जिसके रस से रबर बनाया जाता है।

रबर से कई उपयोगी चीजें बनायी जा सकती हैं और यह बहुत खराब बात है कि इसके उत्पादन में काफी मेहनत लगती है और हेविया केवल उष्ण-कटिबंध क्षेत्रों में पैदा होता है। इन सब बातों के कारण उद्योग जगत की प्राकृतिक कच्चे माल की मांग पूरी करना असंभव हो गया है।

यहां फिर रसायन काम आया। सबसे पहले रसायनज्ञों ने इस प्रश्न का उत्तर ढूंढ़ने का प्रयास किया कि रबर इतना लचकदार क्यों होता है। "हेविया के अंसुओं का काफी देर तक अध्ययन करने के बाद उन्हें इस प्रश्न का उत्तर मिल गया। यह स्थापित हो गया कि रबर के अणुओं की संरचना कुछ विशेष प्रकार की होती है। उनमें विशाल शृंखलाओं में जुड़ी पुनरावर्ती समान युनिटें बहुत बड़ी संख्या में उपस्थित होती हैं। निस्संदेह पंद्रह हजार युनिटों वाला लंबा अणु हर दिशा में मुड़ सकता है और लचकदार होता है। यह देखा गया कि शृंखलाओं को बनाने वाले युनिट हाइड्रोकार्बन आइसोप्रीन C_5H_8 के अवशेष हैं, जिसका संरचनी सूत्र निम्न है:



यह कहना ज्यादा उचित होगा कि आइसोप्रीन आरंभिक प्राकृतिक एकलक की एक किस्म है। बहुलकीकरण के दौरान आइसोप्रीन अणु में थोड़ा-सा परिवर्तन आ जाता है: कार्बन परमाणुओं के बीच द्वि अनुबंध टूट जाता है और स्वतंत्र अनुबंध युनिटों को एक विशाल रबर अणु में जोड़ देते हैं।

वैज्ञानिक और इंजीनियर बहुत अर्से से संश्लिष्ट रबर के उत्पादन की समस्या का हल ढूंढ़ रहे थे।

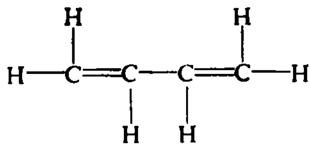
प्रथम दृष्टि से यह काम ज्यादा मुश्किल नहीं लगता था। आइसोप्रीन प्राप्त करके इसका बहुलकीकरण कराना था अर्थात् आइसोप्रीन युनिटों को जोड़कर कृत्रिम रबर की लंबी तथा लचकदार शृंखलाएं बनानी थीं।

परंतु वास्तविकता देखकर बहुत निराशा हुई। कुछ दिक्कतों का सामना करने के बाद रसायनज्ञ आइसोप्रीन के संश्लेषण में सफल हो गये, परंतु जब इसके बहुलकीकरण की बारी आयी, रबर प्राप्त नहीं हुआ। युनिट एक दूसरे के साथ मिल गये, परंतु एक निश्चित क्रम में नहीं बल्कि बड़ी बेतरतीबी के साथ, जिसके परिणामस्वरूप प्राप्त कृत्रिम उत्पाद रबर से थोड़े भिन्न थे।

अतः रसायनज्ञों को ऐसी विधियां खोजनी थीं जिनकी सहायता से आइसोप्रीन युनिट शृंखला में सही तरीके से जुड़ पायें।

विश्व का प्रथम संश्लिष्ट रबर तीसरे दशक

में सोवियत संघ में प्राप्त किया गया। अकादमीशियन लेबेदेव ने शृंखला युनिट :



के लिये एक दूसरा पदार्थ ब्यूटाडाइन चुना।

इसकी संरचना तथा बनावट आइसोप्रीन से बहुत मिलती हैं, परंतु इसके बहुलकीकरण का नियंत्रण सरल है।

आज संश्लिष्ट रबरों की बहुत बड़ी संख्या ज्ञात है (प्राकृतिक रबर और इस रबर में भेद दिखाने के लिये अंतिम को प्रायः प्रत्यास्थ बहुलक कहा जाता है)।

प्राकृतिक रबर और इससे बने माल में बहुत कमियां हैं। उदाहरण के लिये, यह तेलों और वसाओं में बहुत फूल जाता है, कई उपचायकों का अच्छी तरह से प्रतिरोध नहीं करता, विशेष रूप से ओजोन का, जिसके लेश वायुमंडल में हमेशा उपस्थित रहते हैं। प्राकृतिक रबर की बनी चीजों का वल्कनीकरण करना पड़ता है अर्थात् उच्च ताप पर सल्फर द्वारा निरूपन आवश्यक होता है। कच्चा रबर इस प्रकार अच्छे रबर या ऐबोनाइट में परिवर्तित किया जाता है। काम के दौरान प्राकृतिक रबर की बनी चीजें

(जैसे, कार के टायर) ऊर्जा की बहुत बड़ी मात्रा उन्मर्जित करती हैं जिसके कारण चीजों की उम्र कम हो जाती है, वे जल्दी ही घिस जाती हैं।

इसी वजह से वैज्ञानिकों को बेहतर गुणों वाले नये संश्लिष्ट रबर बनाने पड़े। उदाहरण के लिये, रबरों का एक परिवार है जिसे ब्यूना कहते हैं। यह नाम दो शब्दों के आरंभों से लिया गया है– "ब्यूटाडाईन" और "नैट्रियम" (लातीनी में "सोडियम" का नाम)। बहुलकीकरण के दौरान सोडियम उत्प्रेरक की भूमिका निभाता है। इस परिवार के कुछ प्रत्यास्थ बहुलक अति उत्तम गुण रखते हैं और मुख्यत: मोटरों के टायरों के उत्पादन में प्रयुक्त किये जाते हैं।

आइसोब्यूटिलीन और आइसोप्रीन के संयुक्त बहुलकीकरण से प्राप्त ब्यूटिल रबर विशेषतया बहुत काम के सिद्ध होते हैं। सबसे पहली बात यह है कि यह सबसे सस्ता रबर है। दूसरी यह कि प्राकृतिक रबर के मुकाबले में यह ओजोन के प्रति निष्क्रिय है। इसके अलावा ब्यूटिल रबर के बने वल्केनीजेट, जो आज टायर की ट्यूबों के निर्माण में विस्तृत रूप मे प्रयुक्त होते हैं, प्राकृतिक रबर से बने वल्केनीजेटों से 10 गुना अधिक वायु-अभेद्यी होते हैं।

पालीयूरिथेन रबर विशेष महत्व रखते हैं। उनका तनन-सामर्थ्य होता है और वे बहुत कम घिसते हैं। पालियूरिथेन प्रत्यास्थ बहुलक अपहोल्सटरी के लिये रबर फोम के निर्माण में काम आते हैं।

पिछले सालों में कुछ ऐसे रबर बनाये गये हैं जिनकी वैज्ञानिक कल्पना भी नहीं कर सकते थे। ये मुख्यत: कार्बसिलिकन तथा फ्लुग्रोरोकार्बन यौगिकों पर ग्राधारित प्रत्यास्थ बहुलक हैं। इन प्रत्यास्थ बहुलकों का तापीय स्थायित्व प्राकृतिक रबर से दोगुना उच्च होता है। ये ग्रोजोन के प्रतिरोधी होते हैं ग्रौर फ्लुग्रोरोकार्बन यौगिकों पर ग्राधारित रबर सधूम सल्फ्यूरिक ग्रौर नाइट्रिक ग्रम्ल तक का प्रतिरोध करता है।

परंतु रबरों की बात यहीं खत्म नहीं हो जाती। कार्बोक्सिल-युक्त रबर ग्रर्थात् ब्यूटाडाइन ग्रौर कार्बनिक ग्रम्लों के सहबहुलक प्राप्त किये गये हैं। उनका तनन सामर्थ्य बहुत उच्च होता है।

ग्रत: यह स्पष्ट है कि इस क्षेत्र में भी प्रकृति ने मनुष्य द्वारा बनायी चीजों के सामने ग्रपनी हार मान ली है।

कठोर हृदय ग्रौर गेंडे की खाल

कार्बनिक रसायन में यौगिकों के एक वर्ग को हाइड्रोकार्बन कहते हैं। ग्रौर इनका यह नाम ठीक ही रखा गया है क्योंकि इनके ग्रणुग्रों में हाइड्रोजन ग्रौर कार्बन परमाणुग्रों के ग्रलावा ग्रौर कुछ नहीं होता। उनके सबसे ज्यादा ज्ञात विशिष्ट प्रतिनिधि मेथेन (प्राकृतिक गैस का लगभग 95% ग्रंश)

श्रौर पैट्रोलियम है, जिससे विभिन्न किस्म का पेट्रोल श्रौर कई अन्य उपयोगी उत्पाद बनाये जाते हैं।

सबसे साधारण हाइड्रोकार्बन मेथेन CH_4 को लीजिये। अब अगर हम मेथेन में हाइड्रोजन परमाणुओं को आक्सीजन परमाणुओं द्वारा बदल दें, तो हमें क्या प्राप्त होगा? कार्बन डाइआक्साइड CO_2। अगर हम सारे हाइड्रोजन परमाणु क्लोरीन परमाणुओं द्वारा बदल देते हैं, तो हमें एक प्रसिद्ध पदार्थ – कार्बन टेट्राक्लोराइड प्राप्त होता है। परंतु अगर हम क्लोरीन की जगह फ्लुओरीन लें, तब क्या होगा?

कुछ दशकों पहले शायद ही कोई व्यक्ति इस प्रश्न का उत्तर दे सकता था। परंतु हमारे दिनों में फ्लुओरोकार्बन यौगिकों का अध्ययन रसायन की एक स्वतंत्र शाखा बन गया है।

फ्लुओरोकार्बनों के भौतिक गुण हाइड्रोकार्बनों के लगभग पूर्णतया समान होते हैं। परंतु यह बात तब तक सही है, जब तक उभयनिष्ट गुणों की चर्चा करते हैं। हाइड्रोकार्बनों के विपरीत फ्लुओरोकार्बन बहुत अक्रिय पदार्थ होते हैं। इसके अलावा वे उत्तम ताप प्रतिरोधी होते हैं जिसकी वजह से कभी-कभी इन्हें ऐसे पदार्थों की संज्ञा दी जाती है जिनका "हृदय कठोर है और जिनकी खाल गेंडे जैसी है"।

हाइड्रोकार्बनों (और कार्बनिक यौगिकों के अन्य वर्गों) की तुलना में इनके अधिक स्थायित्व की रासायनिक व्याख्या अपेक्षाकृत सरल है। फ्लुओरीन परमाणु हाइड्रोजन परमाणुओं से काफी बड़े होते हैं।

अतः वे अन्य अभिक्रियाशील परमाणुओं के लिये कार्बन के परमाणुओं की ओर बढ़ने का रास्ता अगम्य कर देते हैं।

दूसरी ओर आयनों में रूपांतरित फ्लुओरीन परमाणु अपने इलेक्ट्रान से जुदा होने में हिचकिचाहट दिखाते हैं और अन्य परमाणुओं के साथ अभिक्रिया करना "पसंद नहीं करते"। जैसाकि हम जानते हैं कि फ्लुओरीन सर्वाधिक सक्रिय धातु है और शायद ही कोई अधातु है जो इसके आयन को उपचयित कर सकती है (इससे एक इलेक्ट्रान अलग कर सकती है)। और हां, कार्बन-कार्बन बंध खुद भी बहुत स्थायी होता है (हीरे को याद कीजिये)।

अक्रियता के कारण फ्लुओरोकार्बनों का विस्तृत रूप से प्रयोग होता है: जैसे, फ्लुओरोकार्बन रेजिन, जिसे टेफ्लान कहते हैं, 300°C तक का ताप सह सकता है और सल्फ्यूरिक, नाइट्रिक, हाइड्रोक्लोरिक तथा अन्य अम्लों के प्रति उदासीन रहते हैं। वे उबले क्षारों का प्रतिरोध करते हैं और सभी ज्ञात कार्बनिक और अकार्बनिक विलायकों में अविलेय हैं। फ्लुओरोप्लास्टिक को कभी-कभी "कार्बनिक प्लैटिनम" कहने के कुछ कारण हैं: वे रासायनिक प्रयोगशाला के उपकरणों, विभिन्न औद्योगिक रासायनिक उपकरणों तथा विभिन्न कार्यों के लिये आवश्यक पाइपों के निर्माण के लिये शानदार सामग्री हैं। हमारा विश्वास कीजिये, अगर प्लैटिनम इतना महंगा नहीं होता, तो इस दुनिया में बहुत सारी चीजें इस धातु से

बनायी जातीं; परंतु फ्लुओरोप्लास्टिक अपेक्षाकृत सस्ता है।

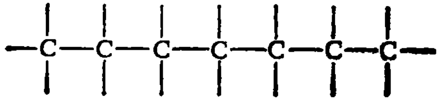
फ्लुओरोप्लास्टिक दुनिया में सर्वाधिक चिकनी चीजें हैं। मेज पर फेंकी फ्लुओरोप्लास्तिक फिल्म उड़ कर फर्श पर पहुंच जायेगी। फ्लुओरोप्लास्टिक के बने बेयरिंगों को तेल देने की कोई जरूरत नहीं है। अंत में फ्लुओरोप्लास्टिक उत्तम परावैद्युत तथा उत्तम ताप प्रतिरोधी होते हैं। फ्लुओरोप्लास्टिक रोधन 400°C तक का ताप सह सकते हैं, जो लेड के गलनांक से उच्च है।

मनुष्य द्वारा निर्मित सर्वाधिक अद्वितीय पदार्थों में गिने जाने वाले फ्लुओरोप्लास्टिकों में ये गुण होते हैं।

द्रव फ्लुओरोप्लास्टिक अदहनशील होते हैं तथा काफी निम्न तापमानों पर जम जाते हैं। इन यौगिकों पर फफूंदों तथा कीड़ों के आक्रमण का कोई असर नहीं होता और वे संक्षारण के उत्तम प्रतिरोधी होते हैं।

कार्बन और सिलिकन का संघ

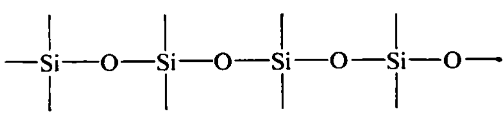
प्रकृति में दो तत्व ऐसे हैं जो विशेष स्थान का दावा कर सकते हैं। पहला तत्व कार्बन है जो जीव प्रकृति का आधार है। इसका दावा वैध है क्योंकि कार्बन परमाणु एक दूसरे के साथ मजबूती से जुड़ कर शृंखला जैसे यौगिक बनाने की क्षमता रखते है:



दूसरा तत्व सिलिकन है। यह सारी अकार्बनिक प्रकृति का आधार है। परंतु सिलिकन परमाणु का कार्बन परमाणुओं जैसी लंबी शृंखलाएं नहीं बना सकते और इसके अलावा प्रकृति में प्राप्त सिलिकिन यौगिकों की संख्या कार्बन यौगिकों की संख्या से कम है।

वैज्ञानिकों ने सिलिकन की इस कमी को "सुधारने" का फैसला किया। निस्संदेह सिलिकन कार्बन की तरह त्रिसंयोजक होता है। कार्बन परमाणुओं के बीच बने अनुबंध सिलिकन परमाणुओं के बीच बने अनुबंधों से काफी ज्यादा दृढ़ होते हैं, परंतु दूसरी ओर इस कारण सिलिकन कम सक्रिय तत्व होता है। अब अगर हम कार्बन की जगह सिलिकन से कार्बनिक यौगिकों जैसे यौगिक प्राप्त कर सकें, तो उनमें कितने अद्वितीय गुण मिल सकते हैं!

आरंभ में वैज्ञानिक असफल रहे। हालांकि उन्होंने यह सिद्ध कर दिया कि सिलिकन ऐसे यौगिक बना सकता है जिनमें इसके परमाणु आक्सीजन परमाणुओं के साथ एकान्तरित हो सकते हैं:



परन्तु इस प्रकार से बने यौगिक स्थायी नहीं थे।

पहली सफलता उन्हें तब मिली जब उन्होंने सिलिकन परमाणुओं को कार्बन परमाणुओं के साथ संयोजित करने का फैसला किया। ऐसे यौगिक, जिन्हें कार्बसिलिकन यौगिक या सिलिकन कहते हैं, वास्तव में कई अद्वितीय गुण रखते हैं। सिलिकनों के आधार पर विभिन्न रेजिन बनाये गये हैं और उनसे ऐसे प्लास्टिक बनाये जा सकते हैं जो लंबे अर्से तक उच्च तापमान सह सकते हैं।

कार्बसिलिकन बहुलकों पर आधारित प्रत्यास्थ बहुलकों में बहुत उपयोगी गुण विद्यमान होते हैं जिनमें से एक गुण है–ताप प्रतिरोधता। सिलिकन रबर की कुछ किस्में 350°C तक स्थायी रहती हैं। अब आप ऐसे रबर से बने टायर की कल्पना करें।

सिलिकन रबर कार्बनिक विलायकों में जरा सा भी नहीं फूलते। अब ये इंधन ट्रांसपोर्ट लाइनों के लिये विभिन्न प्रकार के होज पाइपों के निर्माण में प्रयुक्त किये जाते हैं।

कुछ सिलिकन द्रव और रेजिन तापमानों के विस्तृत परिसर में अपनी श्यानता मुश्किल से बदलते हैं। इस गुण के कारण वे स्नेहकों की भूमिका के लिये उपयुक्त साबित हुए हैं। निम्न उड़नशीलता और उच्च क्वथनांक के कारण सिलिकन द्रव उच्च निर्वात पंपों में बहुत उपयोगी सिद्ध हुए हैं।

कार्बसिलिकन यौगिक जल प्रत्याकर्षी होते हैं

श्रौर इस महत्वपूर्ण गुण का उपयोग जल प्रत्याकर्षी वस्त्रों के निर्माण में किया जाता है। परंतु बात वस्त्रों की ही नहीं है। कहते हैं कि जल पत्थर को घिस देता है। महत्वपूर्ण निर्माण प्रोजेक्टों पर किये गये परीक्षणों से पता चला है कि संरचनी पदार्थों को विभिन्न कार्बसिलिकन द्रवों द्वारा संसेचित कराना बहुत लाभदायक रहता है।

हाल में सिलिकनों पर श्राधारित मजबूत ताप-रोधी इनेमल बनाये गये हैं। ताम्र या लोहे की प्लेटों पर इन इनेमलों की पालिश करने से वे कई घंटे तक 800°C ताप सह सकती हैं।

कार्बन श्रौर सिलिकन के विशेष संयोजन की यह फिलहाल शुरूश्रात है। परंतु इस "द्वैत" संयोजन से रसायनज्ञ संतुष्ट नहीं हैं। वे कार्बसिलिकन यौगिकों के श्रणुश्रों में श्रन्य तत्व, जैसे, ऐलुमिनियम, टाइटे-नियम या बोरान मिलाने के प्रयास में व्यस्त हैं। यह समस्या भी सफलतापूर्वक हल कर दी गयी है श्रौर इसके परिणामस्वरूप पदार्थों का एक बिल्कुल नया वर्ग प्राप्त हुश्रा है, जिसे पालीश्रार्गेनोमेटालो-सिलोक्सेन कहते हैं। इन बहुलकों की श्रृंखलाश्रों में विभिन्न योजक हो सकते हैं: सिलिकन-श्राक्सीजन--ऐलुमिनियम, सिलिकन-श्राक्सीजन-टाइटेनियम, सिलि-किन-श्राक्सीजन-बोरान, श्रादि। ऐसे पदार्थ तापरोधता के गुण में कई धातुश्रों तथा ऐलायों का मुकाबला करते हैं, वे 500-600°C पर पिघलते हैं।

इन छलनियों की बनावट अनुपम होती है। वे असीम कार्बनिक अणु होती हैं जिनमें कई रोचक गुण विद्यमान होते हैं। पहला यह कि कई अन्य प्लास्टिकों की तरह वे जल तथा कार्बनिक विलायकों में अविलेय होते हैं। दूसरा यह कि वे आयनजनी समूहों के बने होते हैं अर्थात् उन समूहों के जो एक विलायक में (विशेषतया, जल में) विभिन्न प्रकार के आयन उत्पन्न करने की क्षमता रखते हैं। अतः इन यौगिकों को विद्युत अपघट्य के ग्रुप में रखा जा सकता है।

इनमें हाइड्रोजन आयन किसी धातु द्वारा बदला जा सकता है।

तदनुसार ये अद्वितीय यौगिक आयन विनिमयक के रूप में ज्ञात हैं। धनायनों (धनात्मक आवेशित आयनों) के साथ अन्योन्यक्रिया की क्षमता रखने वाले यौगिक धनायन विनिमयक कहे जाते हैं और जो ऋणात्मक आवेशित आयनों के साथ अन्योन्य-क्रिया करते हैं, ऋणायन विनिमयक कहलाते हैं। प्रथम कार्बनिक आयन विनिमयक हमारी शताब्दी के चौथे दशक के मध्य में संश्लेषित किये गये और शीघ्र ही विस्तृत मान्यता प्राप्त कर गये। यह कोई आश्चर्य की बात नहीं है क्योंकि आयन विनिमयकों की सहायता से कठोर जल मृदु बनाया जा सकता है और नमकीन जल ताजा बनाया जा सकता है।

दो कॉलमों की कल्पना कीजिये जिसमें से एक धनायन विनिमयक से भरा है और दूसरा ऋणायन विनिमयक से। मान लेते हैं कि हमें साधारण नमक मिला जल शुद्ध करना है। सबसे पहले हम जल धनायन विनिमयक में से गुजारते हैं। इसमें सारे सोडियम आयन हाइड्रोजन आयनों द्वारा बदले जाते हैं जिसके फलस्वरूप हमारे जल में अब सोडियम क्लोराइड की जगह हाइड्रोक्लोरिक अम्ल उपस्थित होगा। इसके बाद हम जल को ऋणायन विनिमयक में से गुजारते हैं। अगर यह हाइड्रोक्सिल रूप में है (अर्थात् इसमें ऋणायन हाइड्रोक्सिल आयन के विनिमय की क्षमता रखता है), तो विलयन में सारे क्लोराइड आयन हाइड्रोक्सिल आयनों द्वारा बदल दिये जायेंगे। और हाइड्रोक्सिल आयन मुक्त हाइड्रोजन आयनों के साथ तुरंत जल अणु बना देंगे। जिस जल में आरंभ में सोडियम क्लोराइड उपस्थित था, उसे आयन विनिमय कॉलमों में से गुजार कर पूर्णतया विलवणीकरित किया जा सकता है। प्राप्त उत्पाद के गुण आसवित जल की सबसे बढ़िया किस्मों के गुणों से निम्न नहीं होते।

परंतु आयन विनिमयक केवल जल के अखनिजीकरण के कारण ही इतने प्रसिद्ध नहीं हुए हैं। यह देखा गया कि आयन विनिमयक विभिन्न सामर्थ्यों वाले भिन्न आयनों की तुलना में अधिक मजबूती के साथ रोके जाते हैं, पोटेशियम सोडियम आयनों के मुकाबले अधिक मजबूती के साथ, आदि। आयन

विनिमयकों ने धातुओं को पृथक करने की एक सरल विधि प्रस्तुत की। आज आयन विनिमयक उद्योग के विभिन्न क्षेत्रों में महत्वपूर्ण भूमिका निभा रहे हैं। उदाहरणतया, बहुत लंबे अर्से तक फोटोग्राफी प्रयोगशालाओं में अपशिष्टों से कीमती रजत प्राप्त करने की कोई उपयुक्त विधि उपलब्ध नहीं थी। आयन-विनिमय फिल्टरों की सहायता से यह महत्वपूर्ण समस्या हल कर दी गयी।

अच्छा, परंतु क्या मनुष्य आयन-विनिमयकों की सहायता से समुद्री जल से कभी कीमती धातुएं प्राप्त कर पायेगा? इसका उत्तर हां है। हालांकि समुद्री जल में विभिन्न लवण अलग-अलग मात्रा में उपस्थित होते हैं, इससे उत्कृष्ट धातुओं की प्राप्ति निकट भविष्य की बात है।

अभी यह परेशानी महसूस हो रही है कि जब समुद्री जल धनायन विनिमयक में से गुजरता है, इसमें उपस्थित लवण धनायन विनिमयक पर कीमती धातुओं की अल्प मात्रा के जमने में बाधा डालते हैं। तथापि पिछले दिनों एक नयी किस्म के रेजिन संश्लिष्ट किये गये हैं, जिन्हें इलेक्ट्रान-विनिमय रेजिन कहते हैं। ये विलयन में धातु आयनों के बदले अपने आयनों का केवल विनिमय ही नहीं करते, बल्कि इलेक्ट्रानों का दान कर धातु को अपचयित भी करते हैं। हाल ही में किये गये परीक्षणों से यह पता चला है कि अगर रजतयुक्त विलयन ऐसे रेजिनों में से गुजारा जाता है, तो रजत आयन नहीं बल्कि

धात्विक रजत रेजिन पर जमा होने लगता है और अंतिम के गुण काफी लंबे अर्से तक बने रहते हैं। इस प्रकार अगर लवणों का एकमिश्रण इलेक्ट्रान विनिमयक में से गुजारा जाता है, तो अपचयित आयन बड़ी सरलता के साथ एक शुद्ध धातु के परमाणुओं में परिवर्तित किये जा सकते हैं।

रासायनिक पंजे

एक प्राचीन मजाक के अनुसार रेगिस्तान में शेरों को पकड़ने से आसान कोई काम नहीं है। चूंकि रेगिस्तान में केवल दो ही चीजें होती है–रेत और शेर, तो आपको बस इतना ही करना है कि एक छलनी लेनी है और इसमें रेगिस्तान छानना है। रेत जाली में से निकल जायेगी और शेर बाकी रह जायेगा।

परंतु अगर एक कीमती रासायनिक तत्व अन्य व्यर्थ तत्वों की बहुत बड़ी मात्रा के साथ मिला हो, तब क्या करना चाहिये? या अगर किसी पदार्थ से एक हानिकर अशुद्धि अलग करनी हो और उस अशुद्धि को मात्रा बहुत थोड़ी हो, तब क्या करना चाहिये?

यह कोई विरल समस्या नहीं है। नाभिकीय रिऐक्टरों के निर्माण में प्रयुक्त होने वाले जिर्कोनियम में हैफ्नियम की अशुद्धि की मात्रा एक प्रतिशत के दस हजारवें अंश अधिक नहीं होनी चाहिये, जबकि

साधारण जिर्कोनियम में इसकी मात्रा एक प्रतिशत का लगभग दो दशांश होती है।

हैफ्नियम और जिर्कोनियम के रासायनिक गुण बहुत मिलते हैं जिसके कारण साधारण विधियां बेकार हैं। अद्वितीय रासायनिक छलनी, जिसकी हम ऊपर चर्चा कर चुके हैं, भी यहां बेबस है। इसके बावजूद भी जिर्कोनियम का बहुत शुद्ध होना जरूरी है।

सदियों तक रसायनज्ञ एक साधारण नियम का पालन करते रहे: "जैसी चीज वैसा ही घोलक चाहिये"। अकार्बनिक पदार्थ सरलता से अकार्बनिक विलायकों में घुल जाते हैं और कार्बनिक पदार्थ कार्बनिक विलायकों में। खनिज अम्लों के कई लवण जल में, निर्जलीय हाइड्रोफ्लुओरिक अम्ल, द्रव हाइड्रासाएनिक अम्ल में अच्छी तरह से घुल जाते हैं, जैसे, बेंजीन, ऐसीटोन, क्लोरोफार्म, कार्बन डाइसल्फाइड आदि।

रसायनज्ञों ने इस बात से लाभ उठाने का फैसला किया।

नाभिकीय रिऐक्टरों के आपरेशन के दौरान घिसे यूरेनियम इंधन शलाकों को समय-समय पर बदलना आवश्यक होता है। हालांकि उनमें अशुद्धियों (यूरेनियम विखंडन के टुकड़ों) की मात्रा एक प्रतिशत के हजारवें भाग से अधिक नहीं होती। इंधन की शलाकें पहले नाइट्रिक अम्ल में घोली जाती हैं। नाभिकीय रूपांतरणों के फलस्वरूप प्राप्त सारा

यूरेनियम और अन्य धातुएं नाइट्रेटों में परिवर्तित हो जाती हैं। कुछ अशुद्धियां, जैसे, जीनान और आयोडीन, गैसों या वाष्पों के रूप में बाहर निकल जाती हैं, अन्य, जैसे टिन, अवमल में रह जाती हैं।

यूरेनियम के अलावा प्राप्त विलयन में भी अन्य कई अशुद्धियां उपस्थित होती हैं, विशेषतया, प्लूटोनियम, नेप्ट्यूनियम, दुर्लभ मृदा धातुएं, टैक्नीशियम तथा कुछ अन्य। कार्बनिक पदार्थ बस यहीं काम आते हैं। यूरेनियम तथा अन्य अशुद्धियों युक्त नाइट्रिक अम्ल विलयन एक कार्बनिक पदार्थ ट्राब्यूटाइल फास्फेट के विलयन के साथ मिलाया जाता है। व्यावहारिक रूप से सारा यूरेनियम आर्गनिक अवस्था में आ जाता है जबकि अशुद्धियां नाइट्रिक अम्ल विलयन में रह जाती हैं। इस प्रक्रिया को निष्कर्षण कहते हैं। दो निष्कर्षणों के बाद यूरेनियम लाभग पूरी तरह से अशुद्धिरहित हो जाता है और फिर से यूरेनियम इंधन शलाकों के निर्माण में प्रयुक्त किया जा सकता है। इसके बाद निष्कर्षित अशुद्धियों से सबसे महत्वपूर्ण पदार्थ, विशेषतया प्लूटोनियम और कुछ अन्य विघटनाभिक समस्थानिक अलग कर दिये जाते हैं।

जिर्कोनियम और हैफ्नियम भी इसी विधि से पृथक किये जा सकते हैं।

अब निष्कर्षण इंजीनियरी में विस्तृत रूप से प्रयुक्त किया जाता है। यह केवल अकार्बनिक यौगिकों के शुद्धिकरण के लिये ही नहीं बल्कि कई कार्बनिक

यौगिकों के शुद्धिकरण में भी प्रयुक्त किया जाता है, जैसे, विटामिन, वसा तथा ऐल्केलाइड आदि।

रसायन के इतिहास की संक्षिप्त सैर

जब भी पिछली शताब्दी के रसायन के अद्वितीय प्रतिनिधियों के नाम गिनाये जाते हैं तो जर्मन प्रोफेसर हेरमन कोप का नाम जरूर लिया जाता है। अन्य विशेषताओं के अलावा उनमें एक और विशेषता थी और वह यह कि वे रसायन के इतिहासकार थे। उन्होंने अपने उतराधिकारियों के लिये चार भागों वाली एक पुस्तक लिखी जो विज्ञान के दीर्घकालीन विकास को समर्पित की गयी थी। कोप पहले व्यक्ति थे जिन्होंने रसायन के इतिहास को कई कालों में विभाजित किया। आरंभिक अवस्था में, जिसके अंदर प्राचीन काल से चौथी शताब्दी तक का समय लिया गया था, प्रायोगिक तथ्यों को संचयित किया गया था। इसके बाद कीमियागरी का जमाना आया जो लगभग बारह शताब्दियों तक कायम रहा। आधुनिक रसायन के जन्म की तिथि (या और ठीक कहने के लिये विश्लेषण की परिमाणात्मक विधियों का विकास) कोप अठारहवीं शताब्दी का अंतिम चतुर्थांश बनाते हैं। इससे पहले दो अपेक्षाकृत संक्षिप्त कालों का वर्णन किया गया था: फ्लोजिस्टन सिद्धांत का आधिपत्य और आइट्रोरसायन की उन्नति। प्रथम सिद्धांत का दावा था कि पदार्थों के दान के दौरान

एक विशेष प्रकार का द्रव्य फ्लोजिस्टन बनता था। इस सिद्धांत को असत्य सिद्ध करने में 100 से ज्यादा साल लग गये।

आइट्रोरसायन का अक्षरक्ष: अर्थ है चिकित्सा या औषधि रसायन। यूनानी भाषा में चिकित्सक को आइट्रोस कहते हैं। इस रसायन के व्यावहारिक उद्देश्य थे: औषधियों की प्राप्ति और हर प्रकार के रोगों का इलाज।

पारात्सेल्स की गिनती प्रमुख औषधि रसायनज्ञों में की जाती है। यह उनका कुलनाम नहीं बल्कि उपनाम था। उनका वास्तविक नाम लंबा और शानदार था: थियोफ्रास्टस बोम्बास्टस वान होहेनहिम। तीस साल की उम्र में ही वे एक बढ़िया चिकित्सक के रूप में विख्यात हो गये थे और यह अफवाह फैल गयी थी कि वे रोगी को जादू से ठीक करते थे।

वे केवल एक चिकित्सक ही नहीं बल्कि रसायनज्ञ भी थे और उस जमाने के हिसाब से काफी कुशल रसायनज्ञ थे। उन्होंने पदार्थों के विस्तृत परिसर के गुणों का अध्ययन करके महत्वपूर्ण तथ्य प्रस्तुत किये। पारात्सेल्स ने अपने कार्यों में कई रासायनिक प्रक्रमों के वर्णन भी दिये, परंतु परेशानी यह है कि उनके निबंधों को पढ़ना व समझना आसान काम नहीं है क्योंकि उनकी शैली शब्दाडम्बरी और अस्पष्ट है।

फिर भी थियोफ्रास्टस बोम्बास्टस वान होहे-नहिम विज्ञान के इतिहास में उन विरल हस्तियों में से एक थे जिन्होंने कीमियागरों, जो क्षारक धातुओं

को स्वर्ण में बदलने के सपने देख रहे थे..., के रहस्यमय विश्वासों का खंडन करके रसायन के जन्म का आधार तैयार किया।

रसायन जिसने सफेद कोट पहन लिया

पारात्सेल्स ने एक बार कहा था कि रसायन का सच्चा उद्देश्य स्वर्ण बनाना नहीं है। इसका असली उद्देश्य है – औषधियों का निर्माण।

जैसाकि दार्शनिकों ने ध्यान दिया होगा, यह कथन बहुत व्यावहारिक महत्व रखता था, विशेष रूप से मध्य युग में जब महामारियों की पुनरावृत्तियों मे लाखों लोगों की जानें चली गयी थीं।

विभिन्न नगरों में दवाइयों की दुकानें खोली गयीं, जो असलियत में रासायनिक प्रयोगशालाएं थीं। कई विशिष्ट रसायनज्ञों ने यह काम शुरू कर दिया।

औषधियां तथा इलाज के अन्य साधन प्राय: तुक्केबाजी के आधार पर तैयार किये जाते थे। औषधविज्ञान अभी इतना युवा था कि उसे विज्ञान नहीं कहा जा सकता था। औषधियों के मुकाबले शताब्दियों पुराने पारम्परिक साधन, जैसे, विभिन्न प्रकार की जड़ें, अर्क, निषेक, जोशांदे आदि रोगियों के लिये ज्यादा लाभकर सिद्ध होते थे।

जैसे-जैसे समय बीतता गया, रसायन और औषधि का संयोजन मजबूत होता गया जिसने एक

नये विज्ञान औषध-रसायन, औषधि प्राप्ति के विज्ञान को जन्म दिया।

पारात्सेल्स का नाम प्रथम भेषजज्ञों की सूची में शामिल करना न्यायसंगत रहेगा। उनके कई "जोशांदें" बहुत समय पहले विस्मृति में डूब गये हैं और अब यह कहना मुश्किल है कि उनसे लाभ ज्यादा हुए या हानियां। परंतु उनकी औषधियों की सूची में मर्करी और सल्फर की मलहमें शामिल थीं जो आज भी त्वचा रोगों के उपचार में प्रयुक्त की जाती हैं। इसके अतिरिक्त लौह और ऐंटिमनी लवण तथा विभिन्न जड़ी-बूटियों के टिंचर भी इस सूची में गिनाये गये थे। ये सारे नाम काफी लंबे अर्से तक औषधकोश में प्रचलित रहे।

प्रसंगवश हम यहां बताना चाहेंगे कि हमारे दिनों में भी सारी औषधियों का लगभग एक चौथाई भाग प्राकृतिक औषधियां है। बाकी रासायनिक प्रयोगशालाओं में कृत्रिम रूप से प्राप्त की जाती हैं। और यहां हम उनमें से कुछ के साथ आपका परिचय कराना चाहेंगे।

गठिया के इलाज में सैलिसिलिक अम्ल के रोगनाशक गुण बहुत अर्से से ज्ञात हैं। परंतु पहले यह वनस्पति पदार्थों से प्राप्त किया जाता था जिसमें वक्त और मेहनत दोनों ही बहुत ज्यादा लगते थे। केवल 1874 में सरलता से उपलब्ध फीनाल से सैलिसिलिक अम्ल प्राप्त करने की एक सरल विधि विकसित की गयी।

सैलिसिलिक अम्ल कई औषधियों का आधार बनाता है। प्रसिद्ध ऐस्पिरिन इनमें से एक है। सामान्यतः एक औषधि की "आयु" काफी कम होती है: नयी औषधिया पुरानी औषधियों की जगह से लेती हैं, जो विभिन्न रोगों के इलाज में ज्यादा श्रेष्ठ और उपयुक्त साबित होती हैं। "ऐस्पिरिन" अमर औषधि लगती है। इस औषधि की मांग कम नहीं होती और "साधारण" औषधियों में यह सबसे ज्यादा प्रसिद्ध है। यह एक अच्छी ज्वरनाशी औषधि है तथा सरदर्द दूर करने का एक बढ़िया साधन है। इसके उपयोग का परिसर समय के साथ कम नहीं होता। पिरामिडोन, जो 90 वर्ष पूर्व संश्लिष्ट की गयी, अभी भी दवा की हर दुकान में उपलब्ध है और इसकी प्रसिद्धि ऐस्पिरिन की प्रसिद्धि के साथ तुलना की जा सकती है।

सैलवरसैन-संश्लेषण औषधि रसायन की एक महान उपलब्धि थी। यह एक औषधि होती है जिसमें रासायनिक तत्व आर्सेनिक के व्युत्पन्न उपस्थित होते हैं। कई आर्सेनिक यौगिक तीव्र विष होते हैं। परंतु सैलवरसैन एक अति भयंकर तथा संक्रामक रोग सिफिलिस के उपचार में प्रभावशाली औषधि सिद्ध हुआ। (पाठकों की जानकारी के लिये हम बताना चाहेंगे कि अगर लातीनी भाषा से सैलवरसैन का शब्दशः अनुवाद किया जाये तो इसका अर्थ होता है: "आर्सेनिक जिंदाबाद")। सैलवरसैन के रचयिता एक जर्मन भेषजज्ञ तथा सूक्ष्मजीवविज्ञानी पाल एहर-

लिच थे। इस औषधि के संश्लेषण से पहले उन्हें बहुत मेहनत करनी पड़ी। केवल छः सौ छठे प्रयासों पर एहरलिच को इस कार्य में सफलता मिली। सैलवरसैन को कुछ अर्से पहले "सम्पाक-606" तक के नाम से पुकारा गया। और 914 वें प्रयास से एहरलिच को एक और भी ज्यादा शक्तिशाली औषधि प्राप्त हुई जिसका नाम उन्होंने "निओसैल-वरसैन" रखा।

सल्फोनैमाइड औषधियों का एक और अद्वितीय ग्रुप है, जिसने बहुत सारे लोगों की जानें बचायी हैं।

श्वेत स्ट्रेप्टोसिड को कौन नहीं जानता? बुजुर्गों को अधिक प्रभावशाली लाल स्ट्रेप्टोसिड याद होगा जो द्वितीय विश्वयुद्ध से पहले इस्तेमाल किया जाता था। परंतु यह विषाक्त पाया गया और इसका उत्पादन बंद कर दिया गया।

पेंट तथा वार्निश उद्योग के विकास में व्यस्त रसायनज्ञों तथा औद्योगिक कर्मचारियों के प्रयासों से सल्फोनैमाइड का नाम चारों ओर फैल गया। काफी लंबे अर्से तक रंजक वनस्पतियों से प्राप्त किये जा रहे थे। अब कार्बनिक रसायन की विधियों से उन्हें संश्लिष्ट करना अधिक सरल तथा लाभदायक हो गया।

1908 में यह सिद्ध किया गया कि सल्फैनिलिक अम्ल कई महत्वपूर्ण रंजकों का आधार होता है। इसके अणु की संरचना काफी साधारण होती है: बेंजीन छल्ले के एक "सिरे" के साथ एक NH_2

ग्रुप जोड़ा जाता है, दूसरे के साथ – SO_2OH। अगर अंतिम में OH ग्रुप NH_2 द्वारा बदल दिया जाये तो परिणाम यह होगा कि सल्फैनिलिक अम्ल का ऐमाइड प्राप्त होगा जिसने रंजकों के उत्पादन में महत्वपूर्ण भूमिका निभायी।

परंतु एक चौथाई शताब्दी बाद यह पता चला कि सल्फैनिलिक रंजक शक्तिशाली औषधियां हैं जो रोगजनक जीवाणुओं को मार देती हैं। पूयभरण तथा स्ट्रेप्टोकोकी के रोगजनक कर्मक भी इनमें शामिल थे। अतः स्ट्रेप्टोसिड नाम इसी के आधार पर बनाया गया।

सल्फोनैमाइडों ने अभी तक अपना महत्व खोया नहीं है। किसने सल्फाजोल, सल्फाएथिडोल, सल्फा-डाइमेसिन, सल्फाडाइमेथीक्सिन आदि नाम नहीं सुने हैं?

डाक्टर द्वारा बतायी कोई औषधि या दुकान में उपलब्ध कोई औषधि कई विशेषज्ञों द्वारा विभिन्न क्षेत्रों में किये गये जबरदस्त अनुसंधान-कार्य का परिणाम होती है।

अतियोग्य रसायनज्ञों, सूक्ष्मजीवविज्ञानियों, भेषजज्ञों, आविषज्ञों तथा चिकित्सकों के संयुक्त प्रयासों के फलस्वरूप नयी औषधियाँ प्राप्त की जाती हैं। एक नयी औषधि के निर्माण में औसतन 8 से 10 साल तक लग जाते हैं। इस लंबे अर्से के दौरान हजारों विभिन्न प्रकार के पदार्थों का अध्ययन किया जाता है इससे पहले कि उनमें से सबसे अधिक

प्रभावशाली का चुनाव किया जाये। लेकिन इसके बाद हर पहलू से ग्रौषधि का परीक्षण किया जाना चाहिये जिससे कि इसके ग्रतिरिक्त प्रभाव पता चल जायें, जो जीव के लिये हानिकारक सिद्ध हो सकते हैं।

ग्रगर इन नियमों की ग्रवहेलना की जाये, तो दुर्घटना घट सकती है। सातवें दशक के ग्रारंभ में पश्चिमी जर्मनी की फर्मों ने एक निद्रापक थैलिडोमाइड का खूब प्रचार किया। इस दवाई को गर्भवती स्त्रियों के लिये विशेष रूप से उपयोगी बताया गया क्योंकि इसके प्रयोग से गहरी ग्रौर स्फूर्तिदायक नींद ग्राने की ग्राशा थी। परंतु इस दवाई के गुणों का ग्रध्ययन भलीभांति नहीं किया गया था जिसका परिणाम यह हुग्रा कि हजारों बच्चे जन्मजात विकृतियों के साथ पैदा हुए।

"ग्रौषध नीतियों" के विश्लेषण से विचित्र बातें पता चलती हैं। उदाहरण के लिये, ग्राज कितने किस्म की ग्रौषधियां इस्तेमाल की जाती हैं? लगता है लगभग 200-300 सर्वाधिक प्रसिद्ध हैं तथा चिकित्सकों द्वारा खूब इस्तेमाल की जाती हैं हालांकि कभी-कभी काफी विरल तथा विशिष्ट ग्रौषधियों की भी जरूरत पड़ती है, जिन्हें चिकित्सा विशेषज्ञ विभिन्न विशेष क्षेत्रों में इस्तेमाल करते हैं।

हर साल ग्रौषधियों के नामों की संख्या में काफी बढ़ोत्तरी होती है। क्या यह वृद्धि हमेशा उतनी ही तेज रहेगी जितनी ग्राज है? इसका उत्तर हां

है, कम से कम निकट भविष्य में। आज चिकित्सकों को 30.000 के लगभग विभिन्न रोग ज्ञात हैं जिनमें से केवल एक तिहाई औषधियों की सहायता से लगभग ठीक किये जा सकते हैं। अतः नयी तथा अधिक प्रभावशाली औषधियों की मांग बनी रहेगी।

यह जानना महत्वपूर्ण है कि कौनसा रोग किस औषधि से ठीक होता है, परंतु इसके साथ-साथ औषधि के प्रभाव, उसकी प्रतिक्रिया के मेकेनिज्म की भी जानकारी होनी चाहिये। इसके लिये पूर्ण रासायनिक अनुसंधान करने की जरूरत पड़ती है।

उदाहरण के लिये, कार्बनिक बारबिट्यूरिक अम्ल का एक आधुनिक व्युत्पन्न निद्रापकों के रूप में इस्तेमाल किया जाता है। इनके अणुओं में कार्बन, हाइड्रोजन, आक्सीजन तथा नाइट्रोजन परमाणु उपस्थित होते हैं। इसके एक कार्बन परमाणु के साथ दो ऐल्किल ग्रुप जुड़े हैं, जो हाइड्रोकार्बन अणु हैं। इन अणुओं से एक हाइड्रोजन परमाणु छीन लिया गया है। यह देखा गया कि ऐल्किल ग्रुप में कार्बन परमाणुओं की संख्या जितनी ज्यादा होती है, औषधि उतनी ही ज्यादा प्रभावशाली होती है। किसी भी अवस्था में कार्बन परमाणुओं की संख्या चार से कम नहीं होनी चाहिये।

हमारे कष्टप्रद दिनों में निद्रापकों की मांग निरन्तर बढ़ती जा रही है। उन औषधियों की संख्या बहुत ज्यादा है जो उत्तेजना कम करती हैं। इन्हें प्रशांतक कहते हैं। इनमें से सर्वाधिक शक्तिशाली

मानसिक रोगों के उपचार में इस्तेमाल की जाती हैं। अब रासायनिक चिकित्सा मानसिक विकारों के उपचार की मुख्य विधि बन गयी है।

आधुनिक आंकड़ों के अनुसार हृदवाहिका रोग मनुष्य की नश्वरता का एक मुख्य कारण है। चिकित्सकों के पास इन गंभीर रोगों के इलाज के लिये औषधियों का विस्तृत भंडार है।

रसायनज्ञों ने पैमाक्विन संश्लेषित करके मलेरिया के विरुद्ध संघर्ष करने में चिकित्सकों की सहायता की। पैमाक्विन पहले प्रचलित कुनैन से बहुत ज्यादा प्रभावशाली है, जिसे सिनकोना वृक्ष की छाल से प्राप्त किया जाता था। PASA तथा टयूबेजाइड के जटिल रासायनिक संश्लेषण के उत्पादों से तपेदिक के इलाज में काफी सहायता मिली हैं। अंत में, "रसायनिक साधनों" द्वारा कैन्सर की कई किस्मों (विशेषतया त्वचा कैन्सर) का इलाज किया गया।

हमारी शताब्दी के आरंभ में मनुष्य की औसत जीवनअवधि 46 साल थी, जबकि 2000 वें साल में यह 70 साल हो जायेगी। और यह, संभवतया, बीसवीं शताब्दी की एक सर्वाधिक असाधारण उपलब्धि है जिसका श्रेय आंशिक रूप से "उस रसायन को मिलता है जिसने सफेद कोट पहना हुआ है।

फंफूदी का चमत्कार

चिकित्सक और सूक्ष्मजीवविज्ञानी इस शब्द को बहुत समय से जानते थे और विशेष पुस्तकों में

इसका वर्णन मिलता था। परंतु हाल तक जीव-विज्ञान और चिकित्सा के अध्ययन से दूर रहने वाले व्यक्ति के लिये इसका कोई महत्व नहीं था। बहुत सारे रसायनज्ञ भी इसका महत्व नहीं जानते थे। अब हर कोई इसे जानता है। यह शब्द है – प्रतिजीव।

परंतु अविशेषज्ञ ने "प्रतिजीव" शब्द से परिचित होने से पहले एक और शब्द सीखा – "जीवाणु"। यह सिद्ध किया गया कि कई रोग, जैसे, निमोनिया, तानिका-शोथ, पेचिश, टाइफाइड; तपेदिक आदि सूक्ष्मजीवों के कारण उत्पन्न होते हैं। इन सूक्ष्मजीवों से संघष करने के लिये प्रतिजीवों की जरूरत थी।

मध्य युग में ही कुछ किस्म की फफूंदियों के रोगनाशक प्रभाव की जानकारी थी। यह सच है कि मध्ययुगी ऐस्कुलापों (चिकित्सकों) के विचार काफी अनोखे थे। उदाहरण के लिये, यह समझा जाता था कि रोग के इलाज में केवल एक किस्म की फफूंदी सहायक होती है और वह उस व्यक्ति की खोपड़ी से प्राप्त की जा सकती है जिसे जुर्म की सजा में या तो फांसी दी गयी हो या जिसका सिर तलवार से काटा गया हो।

परंतु यह बात कोई विशेष महत्व नहीं रखती। यहां एक दूसरी बात महत्व रखती है: अंग्रेज रसायनज्ञ अलेक्सान्द्र फ्लेमिन्ग फफूंदी की एक किस्म से सक्रिय पदार्थ अलग करने में सफल हो गये जिसके परिणाम-

स्वरूप प्रथम प्रतिजीव पेनिसिलिन का आविष्कार हुआ।

पेनिसिलिन नामक प्रतिजीव रोगात्मक सूक्ष्मजीवों के विरुद्ध एक उत्तम हथियार साबित हुआ, जैसे स्ट्रेप्टोकोकी आदि। इसने सिफिलिस के जीवाणु स्पाइरोकीट पैलिडा को भी परास्त कर दिया।

हालांकि अलेक्सान्द्र फ्लेमिन्ग ने पेनिसिलिन की खोज 1928 में की, परंतु इसका नुस्खा-फार्मूला केवल 1945 में निश्चित किया गया। 1947 तक पेनिसिलिन प्रयोगशाला में संश्लिष्ट कर ली गयी थी। लगता था कि इस बार मनुष्य ने आखिर प्रकृति को पकड़ लिया था, परंतु ऐसी बात नहीं थी। पेनिसिलिन का प्रयोगशाला में संश्लेषण कोई आसान काम नहीं है; इसे फफूंदी से प्राप्त करना काफी ज्यादा सरल है।

परंतु रसायनज्ञों ने हार नहीं मानी। और यहां भी वे अच्छे परिणाम देने में सफल हुए। जिस फफूंदी से आम तौर पर पेनिसिलिन प्राप्त की जाती थी, उसकी "उत्पादकता" बहुत निम्न थी और वैज्ञानिकों ने उसकी कार्यक्षमता बढ़ाने का फैसला किया।

उन्होंने ऐसे पदार्थ ढूंढ़े, जिन्हें सूक्ष्मजीव के आनुवंशिक तंत्र में घुसा देने से सूक्ष्मजीव के लक्षण बदल गये। इसके अलावा ये नये लक्षण आनुवंशिक बन गये। इसके परिणामस्वरूप फफूंदी की एक नई

किस्म प्राप्त हुई, जो पेनिसिलिन ज्यादा तत्परता के साथ उत्पन्न करती थी।

प्रतिजीवों का आधुनिक संग्रह काफी प्रभावशाली है: स्ट्रेप्टोमाइसिन, टेरामाइसिन, टेट्रासाइक्लिन, ओरोमाइसिन, बायोमाइसिन, एरिथरोमाइसिन आदि। आज कुल मिलाकर लगभग एक हजार विभिन्न प्रतिजीव ज्ञात हैं और उनमें से सौ के लगभग प्रतिजीव विभिन्न रोगों के इलाज में प्रयुक्त होते हैं। इनकी प्राप्ति में रसायन एक मुख्य भूमिका निभाता है।

सूक्ष्मजीवविज्ञानियों द्वारा द्रव संवर्ध माध्यम, जिसमें सूक्ष्मजीवों की बस्तियां होती हैं, के संचयन के बाद रसायनज्ञों की बारी आयी।

उनका काम प्रतिजीवों को अलग करना है। प्राकृतिक "कच्चे माल" से जटिल कार्बनिक यौगिक अलग करने के लिये विभिन्न रासायनिक विधियां अपनायी जाती हैं। प्रतिजीव विशेष अधिशोषकों द्वारा अधिशोषित किये जाते हैं; अनुसंधाता "रासायनिक पंजें" इस्तेमाल करते हैं अर्थात् विभिन्न विलायकों द्वारा प्रतिजीव प्राप्त करते हैं। वे उन्हें आयन विनिमय रेजिनों द्वारा शुद्ध करके विलयनों से अवक्षेपित करते हैं। इसके परिणामस्वरूप एक नया प्रतिजीव प्राप्त होता है जिसे कई लंबे प्रक्रमों द्वारा तब तक शुद्ध किया जाता है, जब तक कि एक शुद्ध क्रिस्टल पदार्थ प्राप्त न हो जाये।

इनमें से कुछ, जैसे पेनिसिलिन अभी भी सूक्ष्म-

जीवों की सहायता से संश्लेषित की जाती है, परंतु अन्य के उत्पादन का आधा श्रेय प्रकृति को मिलता है।

परंतु ऐसे प्रतिजीव भी हैं, जैसे सिन्थोमाइसिन, जिन्हें रसायनज्ञ प्रकृति की सहायता के बिना प्राप्त करते हैं। ऐसे प्रतिजीव शुरू से अंत तक रासायनिक प्लांटों में संश्लेषित किये जाते हैं।

रसायन की शक्तिशाली विधियों के बिना शब्द "प्रतिजीव" कभी भी इतना प्रसिद्ध नहीं होता और न ही ये प्रतिजीव चिकित्सा के क्षेत्र में वास्तविक क्रांति ला पाते।

सूक्ष्मतत्व – वनस्पतियों के विटामिन

शब्द "तत्व" के कई अर्थ होते हैं। उदाहरण के लिये, इसका मतलब एक वर्ग के समान नाभिकीय आवेश वाले परमाणु हो सकता है। परंतु "सूक्ष्मतत्व" क्या चीज हैं? ये वे रासायनिक तत्व हैं जो जंतुओं और वनस्पतियों में बहुत अल्प मात्रा में उपस्थित होते हैं। मनुष्य के शरीर के अंदर 65% आक्सीजन, लगभग 18% कार्बन और 10% हाइड्रोजन उपस्थित होते हैं। ये दीर्घतत्व है क्योंकि ये विशाल मात्राओं में उपस्थित होते हैं। परंतु टाइटेनियम और ऐलुमिनियम को सूक्ष्मतत्व कहा जा सकता है क्योंकि उनकी मात्रा 1 प्रतिशत का केवल हजारवां हिस्सा होती है।

जैव रसायन के भोर में किसी ने भी इस छोटी सी बात पर कभी ध्यान नहीं दिया। वास्तव में एक प्रतिशत का सैकड़ेवां या हजारवां अंश कोई महत्व नहीं रखता था और फिर उन दिनों इतनी अल्प मात्राएं प्राप्त भी तो नहीं की जाती थीं।

इंजीनियरी तथा विश्लेषण विधियों के विकास के साथ-साथ वैज्ञानिकों को जीवित पदार्थों में अधिकाधिक तत्व मिलने लगे। तथापि एक लंबे अर्से तक सूक्ष्मतत्वों की भूमिका की जानकारी नहीं थी। आज हालांकि रासायनिक विश्लेषण द्वारा किसी भी नमूने में एक प्रतिशत की दस लाखवीं तो क्या दस करोड़वीं अशुद्धि निश्चित की जा सकती है, परंतु फिर भी वनस्पतियों तथा जंतुओं की अनिवार्य गतिविधियों के लिये कई सूक्ष्मतत्वों का महत्व अभी तक पता नहीं चला है।

परंतु कुछ बातें ऐसी हैं जिनके बारे में काफी जानकारियां मिल चुकी हैं। उदाहरण के लिये, यह ज्ञात है कि विभिन्न जीवों में ऐसे तत्व उपस्थित होते हैं, जैसे, कोबाल्ट, बोरान, कापर, मैंगनीज, जिंक और रेडियम भी। जी हां, रेडियम, हालांकि नगण्य मात्रा में।

प्रसंगवश हम यह बताना चाहेंग कि अब तक मानव के शरीर के अंदर लगभग 70 रासायनिक तत्व ढूंढ़े जा चुके हैं और यह विश्वास किया जाता है कि मनुष्य के शरीर के अंदर सारी आवर्त प्रणाली उपस्थित है। इसके अलावा हर तत्व एक निश्चित

भूमिका निभाता है। कुछ वैज्ञानिकों का तो यह मत है कि शरीर में कई विकृतियां सूक्ष्मतत्वों के सामंजस्य में गड़बड़ी के कारण ही उत्पन्न होती हैं।

लोहा और मैंगनीज वनस्पति प्रकाश संश्लेषण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। अगर एक पौधा ऐसी जमीन में उगाया जाये जिसमें जरा सा भी लोहा उपस्थित न हो तो उसकी पत्तियां और डंटलें कागज की तरह सफेद होंगी। परंतु अगर ऐसे पौधे पर लोहे के लवणों का घोल छिड़क दें, तो यह तुरंत प्राकृतिक हरे रंग का हो जायेगा। कापर भी प्रकाश-संश्लेषण के लिये आवश्यक होता है। यह वनस्पतियों द्वारा नाइट्रोजन के स्वांगीकरण को प्रभावित करता है। वनस्पतियों में कापर की कमी होने पर प्रोटीन कम बनता है जिसमें नाइट्रोजन उपस्थित होता है।

जटिल कार्बनिक मालिब्डेनम यौगिक विभिन्न किण्वकों के घटक होते हैं। वे नाइट्रोजन के स्वांगीकरण को बढ़ावा देते हैं। मालिब्डेनम की कमी से पत्तियां मुरझा सकती हैं। इसका कारण यह है कि मालिब्डेनम के अभाव में पौधे नाइट्रटों का स्वांगीकरण नहीं कर पाते जिसके फलस्वरूप उनकी (नाइट्रेटों की) आवश्यकता से अधिक मात्रा संचयित हो जाती है। मालिब्डेनम वनस्पतियों में फास्फोरस की मात्रा को भी प्रभावित करता है। इसके अभाव में अकार्बनिक फास्फेट कार्बनिक फास्फेटों में परिवर्तित नहीं होते। मालिब्डेनम की कमी वनस्पतियों में वर्णकों के

संचयन को भी प्रभावित करती है; पत्तियों पर दाग पड़ जाते हैं और वे पीली हो जाती हैं।

बोरान के अभाव में वनस्पतियां फास्फोरस का स्वांगीकरण भलीभांति नहीं कर पातीं। बोरान विभिन्न शर्कराओं के बेहतर अंतरण को भी बढ़ावा देता है।

सूक्ष्मतत्व जंतुओं के शरीरों में भी महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। यह देखा गया है कि जंतुओं के भोजन में वैनेडियम का पूर्ण अभाव होने से उन्हें भूख कम लगती है और यह कमी घातक भी सिद्ध हो सकती है। दूसरी ओर सूअरों के भोजन में वैने-डियम की मात्रा बढ़ाने से उनकी वृद्धि में तेजी आ जाती है और उनके अंदर चर्बी की मोटी तह बन जाती है।

जिंक उपापचय में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है और जंतुओं के रक्ताणुओं का एक घटक होता है।

जब कोई जंतु (या मनुष्य) उत्तेजना की अवस्था में होता है, तो उसका यकृत सामान्य रुधिर परिसंचरण में मैंगनीज, सिलिकन, ऐलुमिनियम, टाइटेनियम और कापर स्रावित करता है, परंतु अगर केन्द्रीय तंत्रिका तंत्र निरोधित है, तो केवल मैंगनीज, कापर तथा टाइटेनियम स्रावित किये जाते हैं, सिलिकन तथा ऐलुमिनियम का स्रावण रोक दिया जाता है। यकृत के अलावा मस्तिष्क, वृक्क, फेफड़े तथा पेशियां भी रुधिर में सूक्ष्मजीवों की मात्रा नियंत्रित करते हैं।

वनस्पतियों और जंतुओं की वृद्धि तथा विकास में सूक्ष्मतत्वों की भूमिका का स्पष्टीकरण रसायन और जीवविज्ञान के लिये एक महत्वपूर्ण तथा दिलचस्प कार्य है। इस समस्या के हल से निकट भविष्य में निस्संदेह महत्वपूर्ण परिणाम प्राप्त होंगे और विज्ञान के लिये नयी संभावनाएं पैदा होंगी।

वनस्पतियां क्या खाती हैं और रसायन का इस बात के साथ क्या संबंध है?

प्राचीन काल में भी ऐसे रसोइये थे जो अपनी पाक उपलब्धियों के कारण बहुत प्रसिद्ध थे। शाही महलों की मेजों पर हर तरह के स्वादिष्ट पकवानों के ढेर लगे होते थे। अमीर लोग अपने भोजन पर बहुत ध्यान देने लग पड़े थे।

ऐसा लगेगा जैसेकि वनस्पतियां अपने भोजन के बारे में इतनी तुनकमिजाज नहीं थीं। जड़ी-बूटियां तथा झाड़ियां गर्म रेगिस्तानों और ध्रुवीय टून्ड्रा में जीवित रही हैं। देखने में वे अविकसित तथा अभागी लगती हैं परंतु हैं तो जीवित न।

उन्हें अपने विकास के लिये किसी चीज की जरूरत थी। परंतु किस चीज की? वैज्ञानिक लोग कई साल तक इस रहस्यमय "किस चीज" को खोजते रहे।

उन्होंने कितने ही प्रयोग, कितने ही वादविवाद किये, परंतु फिर भी उनके हाथ कुछ नहीं लगा।

ग्रंत में प्रसिद्ध जर्मन रसायनज्ञ जस्टस वान लिबिग ने पिछली शताब्दी के मध्य में इस प्रश्न का उत्तर बता ही दिया। उन्हें रासायनिक विश्लेषण द्वारा मदद मिली थी। उन्होंने वनस्पतियों की बहुत भारी किस्मों को पृथक रासायनिक तत्वों में "विभाजित" किया। ग्रारंभ में उनकी संख्या कोई ज्यादा नहीं थी, कुल दस तत्व थे: कार्बन ग्रौर हाइड्रोजन, ग्राक्सीजन ग्रौर नाइट्रोजन, कैल्सियम ग्रौर पोटेशियम, फास्फोरस ग्रौर सल्फर, मैग्नीशियम ग्रौर लोहा। परंतु इन दस तत्वों से पृथ्वी पर हरियाली का सागर बन गया।

ग्रतः इस निष्कर्ष पर पहुंचा गया कि वनस्पतियों को जीवित रहने के लिये किसी न किसी तरह से इन तत्वों का स्वांगीकरण करना पड़ता है।

परंतु कैसे? वनस्पतियों के खाद्य-भंडार हैं किस जगह?

स्पष्ट है, मृदा में, जल में ग्रौर वायु में।

परंतु कुछ विचित्र बातों के साथ वास्ता पड़ रहा था, जिनका स्पष्टीकरण ग्रावश्यक था। कुछ मृदाग्रों में एक वनस्पति बड़ी तेजी से बढ़ सकती है, हरी-भरी हो सकती है ग्रौर फल दे सकती है जबकि ग्रन्य में वह कुम्हला जाती है, सूख जाती है ग्रौर बीमार वनस्पति में परिवर्तित हो जाती है। स्पष्ट है कि ग्रंतिम मृदाग्रों में किसी तत्व का ग्रभाव था।

लिबिग से पहले भी लोगों को यह बात पता थी कि ग्रगर सर्वाधिक उपजाऊ जमीन में हर साल

एक ही चीज की खेती की जाये तो फसल घटिया होती जायेगी।

जमीन कंगाल हो गयी थी। वनस्पतियां धीरे-धीरे उसमें उपस्थित सारे रासायनिक तत्व चट कर गयी थीं।

मृदा को "खाना खिलाना" था अर्थात् उसे वे पदार्थ देने थे जो उससे निकाल लिये गये थे, उसे नया माल देना था। बहुत प्राचीन काल में भी खादों के प्रयोग का प्रचलन था। पीढ़ी दर पीढ़ी से मिले अनुभवों तथा सहजबुद्धि के आधार पर वे मृदा में मिलायी जाती थीं।

लिबिग ने खादों के प्रयोग को एक विज्ञान के स्तर तक पहुंचाया और इस विज्ञान का नाम कृषि-रसायन रखा गया। रसायन वनस्पतियों का सेवक बन गया। इसका उद्देश्य था: लोगों को ज्ञात खादों के प्रयोग के सही तरीके सिखाना और नयी खादों की खोज के रास्ते दिखाना।

आज दर्जनों विभिन्न प्रकार की खादें ज्ञात हैं। इनमें सर्वाधिक महत्वपूर्ण पोटेशियम, नाइट्रोजन और फास्फोरस खादें हैं क्योंकि पोटेशियम, नाइट्रोजन और फास्फोरस वे तत्व हैं जिनके बिना एक भी पौधा बढ़ नहीं सकता।

छोटा सा सादृश्य या रसायन वनस्पतियों को पोटेशियम कैसे खिलाता है?

एक समय था जब यूरेनियम, जो आज बहुत विख्यात है, रसायन विज्ञान की पिछली गलियों का

निवासी बना हुआ था। केवल कांच का रंजन और फोटोग्राफी संकोच के साथ उस पर अधिकार जता रहे थे। इसके बाद यूरेनियम में रेडियम उपस्थित पाया गया। हजारों टन यूरेनियम अयस्कों से रजत धातु की नगण्य मात्रा प्राप्त की गयी और यूरेनियम की विशाल मात्राओं से युक्त अवशेषों के ढेर लग गये जो लंबे अर्से तक ऐसे ही पड़े रहे। आखिर यूरेनियम की किस्मत जागी जब यह पता चला कि इस तत्व द्वारा मानव नाभिकीय ऊर्जा पर विजय प्राप्त कर सकता है। अवशेष खजाना बन गये।

जर्मनी में स्टास्फर्ट लवण निक्षेप प्राचीन काल से ज्ञात चले आ रहे हैं। इनमें कई लवण उपस्थित थे, मुख्यतः पोटेशियम और सोडियम के। सोडियम लवण, जो साधारण नमक (खाने का नमक) होता है, तुरंत काम में लाया जाने लगा। पोटेशियम लवणों की कोई परवाह नहीं की गयी और खानों के चारों ओर उनके पहाड़ जैसे ऊंचे ढेर जमा होते गये। किसी को भी मालूम नहीं था कि उनका क्या किया जा सकता था। हालांकि कृषि को पोटेशियम खादों की बड़ी सख्त जरूरत थी, परंतु स्टास्फर्ट अवशेष इस्तेमाल नहीं किये जा सकते थे क्योंकि उनके अंदर मैग्नीशियम काफी मात्रा में उपस्थित था। अल्प मात्राओं में मैग्नीशियम वनस्पतियों के लिये लाभदायक रहता है, परंतु बड़ी मात्राओं में यह घातक सिद्ध होता है।

इस बार रसायन काम आया। पोटेशियम

लवणों से मैग्नीशियम अलग करने की एक साधारण विधि ढूंढ़ी गयी और स्टास्फर्ट खानों के चारों ओर खड़े पहाड़ ऐसे गायब होने लगे जैसे वसंत में बर्फ गायब होनी शुरू हो जाती है। विज्ञान के इतिहास-कारों का कथन है कि जर्मनी में पोटेशियम लवणों के विवेचन का प्रथम प्लांट सन् 1811 में लगाया गया। एक साल बाद ऐसे प्लांटों की संख्या चार हो गयी और 1872 में 33 जर्मन प्लांट साल भर में पांच लाख टन से ज्यादा अशुद्ध लवण संसाधित कर रहे थे।

शीघ्र ही कई देशों में पोटेशियम खाद प्लांट चालू हो गये। आज कई देशों में पोटेशियम लवणों का उत्पादन उनके द्वारा साधारण नमक के उत्पादन से कई गुना ज्यादा है।

"नाइट्रोजन संकट"

नाइट्रोजन की खोज के लगभग एक सौ साल बाद एक प्रमुख सूक्ष्मजीवविज्ञानी ने निम्न शब्द लिखे: "सामान्य जीवविज्ञान की दृष्टि से नाइट्रोजन सर्वाधिक विरल धातु से अधिक महत्वपूर्ण है। नाइट्रोजन लगभग सभी प्रोटीन अणुओं का, चाहे वनस्पतियों के हों या जंतुओं के हों, घटक होता है। नाइट्रोजन के बिना प्रोटीन नहीं हो सकता और प्रोटीन के बिना जीवन संभव नहीं हो सकता। एंगेल्स ने कहा है कि "जीवन प्रोटीनों के अस्तित्व का रूप है।"

प्रोटीन अणुओं को उत्पन्न करने के लिये वनस्पतियों को नाइट्रोजन की जरूरत पड़ती है। परंतु वे उसे कहां से लेते हैं? नाइट्रोजन की रासायनिक सक्रियता निम्न होती है और यह सामान्य परिस्थितियों में अभिक्रियाओं में भाग नहीं लेता है। अतः वनस्पतियां वायुमंडलीय नाइट्रोजन इस्तेमाल नहीं कर सकतीं। वसी ही स्थिति है जैसेकि समुद्र से घिरे होते हुए भी आदमी प्यासा रहता है। अतः वनस्पतियों के नाइट्रोजन का सारा भंडार जमीन में होता है। हंत! यह भंडार बहुत छोटा होता है। इसमें नाइट्रोजन के कुछ गिने चुने यौगिक होते हैं। यही कारण है कि जमीन अपना नाइट्रोजन बड़ी तेजी से खो देती है और इसे अतिरिक्त नाइट्रोजन खादों की जरूरत पड़ती हैं।

"चिली शोरा" नाम अब इतिहास की एक घटना बन गया है। परंतु लगभग सत्तर वर्ष पहले इसका नाम हर किसी की जबान पर था।

चिली के विशाल क्षेत्र में एक सुनसान, मनहूस रेगिस्तान अताकामा है जो सैकड़ों किलोमीटरों में फैला हुआ है। पहली नजर से देखने पर यह एक साधारण रेगिस्तान लगता है। परंतु इसमें विचित्र बात है जो इसे विश्व के अन्य सारे रेगिस्तानों से अलग कर देती है। यहां रेत की पतली सतह के नीचे सोडियम नाइट्रेट, जिसे शोरा भी कहते हैं, के प्रचुर निक्षेप बिखरे पड़े हैं। ये निक्षेप बहुत अर्से से ज्ञात थे, परंतु उन पर गंभीर ध्यान तब दिया

गया जब यूरोप में बारूद की कमी महसूस होने लगी। आपको याद होगा कि पहले बारूद चारकोल, सल्फर और शोरे से बनायी जाती थी।

इस विदेशी माल को लाने के लिये तुरंत एक अभियान दल चिली भेजा गया। तथापि सारा माल समुद्र में फेंकना पड़ा। यह पता चला कि बारूद के निर्माण में केवल पोटेशियम साल्टपीटर (शोरा) प्रयुक्त किया जा सकता था। सोडियम शोरा बड़ी उत्कंठा के साथ वायुमंडल से नमी अवशोषित कर लेता था जिससे बारूद सीली और बेकार हो जाती थी।

यह पहली घटना नहीं थी जब यूरोप के लोगों को विदेश से मंगाया माल समुद्र में फेंकना पड़ा था। सतरहवीं शताब्दी में प्लेटिनो-डेल-पिंटो नदी के किनारों पर एक सफेद धातु, जिसका नाम बाद में प्लैटिनम रखा गया, के दाने मिले। जब 1735 में पहली बार प्लैटिनम यूरोप में लाया गया तो किसी को भी इसके उपयोग की जानकारी नहीं थी। उन दिनों केवल दो उत्कृष्ट धातुएं—स्वर्ण और रजत ज्ञात थीं और प्लैटिनम की बाजार में कोई कीमत नहीं थी। परंतु किसी चतुर व्यक्ति ने इस बात पर ध्यान दिया कि प्लैटिनम और स्वर्ण के घनत्व काफी निकट थे और उसने इस तथ्य का लाभ उठाते हुए सिक्के बनाते समय स्वर्ण में प्लैटिनम मिलाना शुरू कर दिया। यह चारसौबीसी थी। स्पेन की सरकार ने प्लैटिनम के आयात पर पाबंदी लगा दी

और इस धातु के जितने भंडार देश में जमा हो गये थे, वे सारे इकट्ठे कर लिये गये और असंख्य प्रेक्षकों की उपस्थिति में समुद्र में फेंक दिये गये।

परंतु चिली शोरे का इतिहास समाप्त नहीं हुआ था। यह एक उत्तम नाइट्रोजन खाद साबित हुआ, जिसे प्रकृति ने बड़ी दयालुता के साथ मनुष्य को उपलब्ध कर दिया था। चिली के निक्षेपों पर विस्तृत रूप से खनन का काम शुरू कर दिया गया और कीमती खाद से लदे जहाज इक्यूक्यू बंदरगाह से दुनिया के हर कोने में पहुंचने लगे।

1898 में सर विलियम क्रूक्स की निराशाजनक भविष्यवाणी ने सारे विश्व को भयभीत कर दिया अपने एक भाषण में उन्होंने नाइट्रोजन की भूखमारी के कारण मानवजाति के नष्ट होने की भविष्यवाणी की। उन्होंने यह कहा कि हर साल खेत फसल के साथ-साथ नाइट्रोजन से भी वंचित होते जा रहे हैं और चिली के शोरे के निक्षेप धीरे-धीरे खाली होते जा रहे हैं। अताकामा रेगिस्तान का खजाना समुद्र में जल की एक बूंद नहीं तो और क्या था।

तब वैज्ञानिकों को वायुमंडल का ख्याल आया। वायुमंडल में नाइट्रोजन के असीमित भंडार पर सबसे पहले संभवतः प्रसिद्ध रूसी वैज्ञानिक तिमिरयाजेव ने ध्यान दिया, जिन्हें विज्ञान और मनुष्य की प्रतिभा में दृढ़ विश्वास था। वे क्रूक्स की आशंका से सहमत नहीं थे। उन्हें विश्वास था कि मानवजाति नाइट्रोजन संकट पर विजय प्राप्त कर लेगी और कोई न कोई

रास्ता ढूंढ़ लेगी। 1908 तक दो नार्वेजियन वज्ञानिक क्रिस्टिग्रन बिर्कलैन्ड ग्रौर इंजीनियर सैमुग्रल ऐडे ने विद्युत ग्रार्क द्वारा ग्रौद्योगिक स्तर पर वायुमंडलीय नाइट्रोजन का यौगिकीकरण संपन्न किया।

लगभग उन्हीं दिनों जर्मन रसायनज्ञ फ्रिट्ज हेबर ने नाइट्रोजन ग्रौर हाइड्रोजन से ग्रमोनिया प्राप्त करने की एक विधि विकसित की। इसने ग्रंत में वनस्पतियों के पोषण के लिये परम ग्रावश्यक स्थिर नाइट्रोजन की समस्या हल कर दी। वायुमंडल में मुक्त नाइट्रोजन प्रचुर मात्रा में उपस्थित है। वैज्ञानिकों की गणनानुसार ग्रगर वायुमंडल का सारा नाइट्रोजन खादों में परिवर्तित कर दिया जाये, तो यह मात्रा सारी दुनिया की वनस्पतियों को 10 लाख साल से ग्रधिक ग्रर्से तक पोषित करने के लिये पर्याप्त रहेगी।

फास्फोरस की क्या जरूरत है?

जस्टस लिबिग का विचार था कि वनस्पति वायुमंडलीय नाइट्रोजन ग्रवशोषित कर सकती है ग्रौर जमीन को केवल पोटेशियम ग्रौर फास्फोरस खादों की जरूरत पड़ती है। परंतु इन तत्वों ने उनका साथ नहीं दिया। उनकी "पेटेन्ट खाद", जिसके उत्पादन का ठेका एक ग्रंग्रेज कंपनी ने लिया, बढ़िया फसल देने में ग्रसफल रही। केवल कई सालों बाद लिबिग ग्रपनी गलती समझ पाये। उन्होंने ग्रविलेय

फास्फेट लवणों का प्रयोग किया था क्योंकि उन्हें डर था कि वर्षा का पानी विलयशील लवणों को जमीन से बाहर निकाल देगा। परंतु पता चला कि वनस्पतियां अविलेय फास्फेटों से फास्फोरस नहीं ले सकती थीं। अतः मनुष्य को विवश होकर वनस्पतियों के लिये एक किस्म के "आर्धपरिष्कृत उत्पाद" तैयार करने पड़े।

हर साल दुनिया की फसलें खेतों से लगभग 1 करोड़ टन फास्फोरिक अम्ल लेती हैं। वनस्पतियों को फास्फोरस की क्या जरूरत पड़ती है? यह न तो वसाओं और न ही कार्बोहाइड्रेटों का घटक होता है। और बहुत सारे प्रोटीन अणुओं, विशेषतया साधारण में भी फास्फोरस उपस्थित नहीं होता है।

परंतु फिर भी फास्फोरस के बिना इनमें से एक भी यौगिक बन नहीं सकता।

प्रकाश-संश्लेषण कार्बन डाइआक्साइड और जल से कार्बोहाइड्रेट संश्लेषण की प्रक्रिया मात्र ही नहीं है, जिसे वनस्पति मजाक-मजाक में संपन्न करती है। यह एक अति जटिल प्रक्रिया है।

प्रकाश-संश्लेषण वनस्पतियों की कोशिकाओं के क्लोरोप्लास्टों में घटता है जो इस प्रक्रिया में विशेष "अंगों" का कार्य करते हैं। क्लोरोप्लास्टों में फास्फोरस यौगिक काफी मात्रा में उपस्थित होते हैं। क्लोरोप्लास्टों की तुलना एक जानवर के उदर के साथ की जा सकती है, जहां भोजन का स्वांगीकरण और पाचन स्थान लेता है क्योंकि इनका वनस्पति

की इमारती "ईंटों," मुख्यतः कार्बन डाइग्राक्साइड ग्रौर जल के साथ सीधा वास्ता पड़ता है।

वनस्पति फास्फोरस यौगिकों की सहायता से वायु से कार्बन डाइग्राक्साइड ग्रवशोषित करती है। ग्रकार्बनिक फास्फेट कार्बन डाइग्राक्साइड को कार्बोनेट ऋणायनों में बदल देते हैं जिनसे बाद में जटिल कार्बनिक ग्रणु बनते हैं।

निस्संदेह वनस्पतियों की ग्रनिवार्य गतिविधियों में फास्फोरस की भूमिका यहीं खत्म नहीं हो जाती। ग्रौर न ही यह कहा जा सकता है कि वनस्पतियों के लिये इसका महत्व पूर्णतया समझ लिया गया है। फिर भी जो कुछ भी पता है उससे यह स्पष्ट है कि यह ग्रति महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

रासायनिक युद्ध

यह एक वास्तविक युद्ध है, हालांकि इसमें तोपें, टैंक, राकेट या बंब इस्तेमाल नहीं हो रहे हैं। यह एक "शांत" युद्ध है, बहुत से लोगों द्वारा ग्रलक्षित, परंतु यह युद्ध मृत्यु तक के लिये है। ग्रौर इस युद्ध में विजय सब लोगों के लिये मंगलदायक सिद्ध होगी।

क्या साधारण कुकुरमाछी काफी हानि पहुंचाती है? गणना की गयी है कि ग्रकेले सोवियत संघ में ही इस हानिकर सृष्टि द्वारा पहुंचायी हानि कई लाख रूबल तक पहुंच जाती है। ग्रौर खरपतवार

के बारे में क्या कहा जा सकता है? अमरीका में उनके कारण 4 अरब डालर का नुकसान होता है। या टिड्डियों को ही लीजिये; वे वास्तव में महा-विपति साबित होती हैं, हरे-भरे खेतों को बंजर, निर्जिव रेगिस्तानों में बदल देती हैं। अगर हम वनस्पतियों तथा जंतुओं द्वारा विश्व की कृषि को पहुंचायी सारी हानियों की गिनती करें, तो यह संख्या इतनी अधिक हो जायेगी कि इसकी कल्पना तक करना मुश्किल है। इस धनराशि से पूरे एक साल तक 20 करोड़ लोगों को मुफ्त भोजन खिलाया जा सकेगा।

एक प्रत्यय है "साइड", जिसका अर्थ होता है – नाशक। अब रसायनज्ञ कुछ समय से तरह-तरह के "साइड" बना रहे हैं। उन्होंने कीट नाशक (इनसेक्टिसाइड) बनाये हैं जो कीटों को नष्ट करते हैं, जूसाइड जो कुन्तकों को और हर्बिसाइड जो खर-पतवारों को नष्ट करते हैं। ये सारे "साइड" अब कृषि में विस्तृत रूप से प्रयुक्त किये जाते हैं।

द्वितीय विश्व युद्ध से पहले मुख्यत: अकार्बनिक विषैले रसायन प्रयुक्त किये जाते थे। विभिन्न कुन्तक, कीट तथा खर-पतवार आर्सेनिक, सल्फर, कापर, बेरियम, फ्लुओरीन तथा अन्य विषैले यौगिकों द्वारा नष्ट किये जाते थे। तथापि पांचवें दशक के मध्य से कार्बनिक विषैले रसायन विस्तृत रूप से इस्तेमाल किये जाने लगे। कार्बनिक यौगिकों की ओर झुकाव विमर्शित था। वे मनुष्यों और पशुधन के लिये कम हानिकारक होने के साथ-साथ अधिक व्यापक भी थे

और अकार्बनिक रसायनों की तुलना में उनकी कम मात्राओं से ही उद्देश्य पूरा हो जाता था।

हाल तक वनस्पतियों तथा पशुओं की रक्षा के लिये रसायन बाह्यतः प्रयुक्त किये जाते थे। तथापि यह स्पष्ट है कि एक अच्छी बारिश या तेज हवा इन रसायनों को बहा या उड़ा देगी और इस स्थिति में उनका प्रयोग नये सिरे से करना पड़ेगा। अतः वैज्ञानिकों ने इस समस्या पर विचार करना शुरू कर दिया कि रसायन आंतरिक रूप से कैसे प्रयुक्त किये जा सकते हैं। इनका असर वैसा ही होगा जैसा टीके का मनुष्य पर असर होता है: टीका लगाने के बाद मनुष्य को रोग लगने का तनिक भी भय नहीं रहता। जैसे ही जीवाणु ऐसे शरीर में प्रवेश करते हैं, वे अदृश्य "स्वास्थ्य के रक्षकों" द्वारा नष्ट कर दिये जाते हैं, जो टीके के परिणामस्वरूप उसके अंदर उत्पन्न हो जाते हैं।

आंतरिक प्रयोग के लिये रसायनों का निर्माण संभव पाया गया। वैज्ञानिकों ने कीट पीड़क और वनस्पति की संरचना में अंतर का लाभ उठाया। ऐसा रसायन वनस्पतियों के लिये अहानिकर है, परंतु कीटों के लिये प्राणघातक विष है।

रसायन वनस्पतियों की केवल कीटों से ही नहीं बल्कि खर-पतवारों से भी रक्षा करता है। हर्बिसाइड नामक रसायन खोजे गये, जो खर-पतवारों को दबाते हैं, परंतु खेतों के पौधों के विकास में बाधा नहीं डालते।

यह बात कितनी अजीब लगती है कि प्रथम हर्बिसाइड संभवतः खादें थीं। किसानों ने बहुत समय पहले इस बात पर ध्यान दिया कि अगर सुपरफास्फेट या पोटेशियम सल्फेट की बड़ी मात्राएं खेतों में बिखेर दी जाये, तो पौधे बड़ी तेजी से बढ़ते हैं, परंतु खर-पतवार की वृद्धि दब जाती है। परंतु कीटनाशकों की तरह कार्बनिक यौगिक प्रमुख हर्बिसाइड बन गये हैं।

किसानों के सहायक

रेल की पटरियों पर घास का उगना असहनीय है। अतः हर साल लोग दशंतियों और हंसियों से उसकी "हजामत कर देते हैं"। परंतु मास्को खाबारोव्स्क रेलवे लइन लीजिये। यह नौ हजार किलोमीटर लंबी है और इस पर उगी सारी घास काटने के लिये लगभग एक हजार पूर्णकालिक मजदूरों की जरूरत पड़ेगी (और यह काम गर्मियों में कई बार करना पड़ेगा)।

क्या "हजामत" करने की कोई रासायनिक विधि नहीं ढूंढ़ी जा सकती? लगता है, यह संभव है।

एक हैक्टर (2.471 एकड़) क्षेत्र में घास काटने के लिये 20 आदमियों को सारे दिन काम करना पड़ेगा। हर्बिसाइड यह काम इतने ही क्षेत्र

में कुछ घंटे में निबटा देते हैं, विशेष बात यह है कि वे घास पूरी तरह से साफ कर देते हैं।

क्या ग्राप जानते हैं कि डिफोलिएन्ट क्या चीज हैं? "फोलियम" लातीनी में पत्ती को कहते हैं। डिफोलिएन्ट उस रसायन को कहते हैं जो सारी पतियां गिरा देता है। डिफोलिएन्टों के प्रयोग से कपास की खेती का यंत्रीकरण संभव हो पाया है। वर्ष प्रति वर्ष, शताब्दी दर शताब्दी लोग कपास के खेतों में घुसकर हाथों से कपास के गोलक इकट्ठे करते आ रहे थे। जिस किसी ने हाथ से कपास इकट्ठी करने का काम नहीं देखा है, वह शायद ही कल्पना कर सकता है कि यह काम कितना कठिन होता है, विशेषतया, जब 40° या 50°C ताप की कड़कती धूप में यह काम करना पड़ता है। अब सारा काम बहुत ग्रासान हो गया है। कपास गोलकों के खुलने से कुछ दिन पहले कपास के खेतों पर डिफोलिएन्ट छिड़क दिये जाते हैं। $Mg[ClO_3]_2$ सबसे साधारण डिफोलिएन्ट है। पत्तियां झाड़ियों से झड़ जाती हैं और इसके बाद कपास इकट्ठा करने की मशीनें खेतों में लायी जाती हैं। प्रसंगवश हम बताना चाहेंगे कि एक और रसायन भी डिफोलिएन्ट का काम कर सकता है। यह $CaCN_2$ है। इसका जो ग्रंश नीचे गिरता है, वह भूमि को नाइट्रोजन खाद प्रदान करता है।

परंतु रसायन कृषि की सहायता करने के मामले में और भी आगे बढ़ गया है। ऐसे पदार्थ खोजे गये

हैं, जो वनस्पतियों की वृद्धि उत्तेजित करते हैं। इन्हें आक्सिन कहते हैं। आरंभ में इस उद्देश्य की पूर्ति के लिये केवल प्राकृतिक यौगिक प्रयुक्त किये गये, परंतु अब रसायनज्ञ इनमें से सबसे सरल यौगिक विषम आक्सिन को संश्लेषित करना सीख गये हैं। ये पदार्थ वनस्पतियों की वृद्धि, पुष्पण तथा फलन तीव्र करने के साथ-साथ उनकी प्रतिरोधक्षमता तथा जीवनशक्ति भी बढ़ाते हैं। तथापि यह देखा गया कि उच्च सान्द्रताओं में आक्सिन का प्रयोग विपरीत प्रभाव करता है: वे वनस्पतियों की वृद्धि तथा विकास में बाधा डालते हैं।

यहां हम औषधियों के साथ लगभग पूर्ण सादृश्य देखते हैं। ऐसी औषधियां हैं जिनमें आर्सेनिक, बिस्मथ और मर्करी उपस्थित होते हैं, परंतु उच्च सान्द्रताओं में ये सारे पदार्थ विषाक्त होते हैं। उदाहरण के लिये, आक्सिन अलंकारी पौधों तथा फूलों का पुष्पण स्थगित कर सकते हैं। वसंत के दिनों में अचानक ठंड पड़ने पर वे वृक्षों के मुकुलन तथा पुष्पण में बाधा डाल सकते हैं। दूसरी तरफ ठंड इलाकों में, जहां गर्मियां छोटी होती हैं, वे कई फलों और सब्जियों को तीव्र गति से उगाने में सहायक सिद्ध होते हैं। हालांकि आक्सिनों के ये गुण बड़े पैमाने पर कार्यान्वित नहीं किये गये हैं, इस बात में कोई शक नहीं कि निकट भविष्य में किसानों के ये सहायक विस्तृत रूप से प्रयुक्त किये जायेंगे।

ऊर्जा के रासायनिक स्रोत

कोयला, गैस, पेट्रोलियम के उत्पाद तथा प्राकृतिक इंधन की अन्य किस्में विद्युत ऊर्जा के उत्पादन में विस्तृत रूप से प्रयुक्त की जाती हैं। परिपथ में धारा का आविर्भाव रासायनिक प्रक्रियाओं का परिणाम ही तो है।

ऊर्जा की एक किस्म का दूसरी किस्मों में रूपान्तरण हर बिजली-घर के आपरेशन का आधार है। इस योजना के अनुसार इंधन के दहन के फलस्वरूप उत्सर्जित रासायनिक ऊर्जा ऊष्मा में परिवर्तित की जाती है जो क्रमशः यान्त्रिक ऊर्जा में परिवर्तित की जाती है। स्कूल का हर बच्चा जानता है कि यह सब कुछ किस प्रकार से घटता है।

यह योजना साधारण है, परंतु यह कई चरणों में घटती है। क्या इसे और छोटा नहीं किया जा सकता? उदाहरण के लिये, क्या कुछ मध्यवर्ती चरण निकाले नहीं जा सकते जिससे कि रासायनिक ऊर्जा सीधी विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित हो जाये?

पाठक चिल्ला कर कह सकते हैं कि इसमें कोई असाधारणता नहीं है। निस्संदेह लगभग 150 साल से ऐसे सीधे रूपांतरण ज्ञात हैं। फ्लैशगन या ट्रांजिस्टर में इस्तेमाल किये जाने वाले सेल इसका उदाहरण हैं। इस साधारण आविष्कार में चुने गये रासायनिक अभिकर्मकों के बीच उपापचय अभिक्रियाओं की ऊर्जा सीधी विद्युत में परिवर्तित की जाती है। विद्युत का

प्रथम रासायनिक स्रोत 1830 में बनाया गया जिसका नाम उसके आविष्कारकों के सम्मान में डेनियल-जैकब सेल रखा गया।

आज कई प्रकार के गैल्वैनी सेल (प्रयोज्य) और बैटरियां विभिन्न कंपनियों द्वारा बनायी जाती हैं जिन्हें पुनःआवेशित किया जा सकता है। इनकी सबसे बड़ी खूबी उच्च कार्यक्षमता है जो 100% के निकट होती है और इनमें प्रयुक्त की जाने वाली धातुओं और रासायनिक अभिकर्मकों की ऊंची कीमत इनकी मुख्य कमी है। इनकी वोल्टेज भी इतनी उच्च नहीं होती।

इस प्रकार इंधन सेलों का विकास एक तात्कालिक कार्यभार बन गया है।

उनके आपरेशन का सिद्धांत लगभग साधारण सेलों के सिद्धांत जैसा है। फर्क केवल यह है कि उपचयनीय और अपचयनीय धातुओं की जगह सस्ते तथा अधिक उपलब्ध गैसीय दाह्य पदार्थ प्रयुक्त किये जाते हैं, साधारण सेलों की तरह इंधन सेलों में भी इलेक्ट्रोड होते हैं हालांकि वे ऊर्जा के उत्पादन में भाग नहीं लेते, वे केवल उत्प्रेरक की भूमिका निभाते हैं। इंधन निरंतर इलेक्ट्रोडों तक पहुंचाया जाता है। यह धनाग्र पर उपचयित होता है जबकि उपचायक का अपचयन ऋणाग्र पर स्थान लेता है। इलेक्ट्रोडों के बीच विभवान्तर उत्पन्न हो जाता है। इंधन सेल के कार्य के बारे में इससे ज्यादा और कुछ नहीं बताया जा सकता। यह तब तक कार्य

कर सकता है जब तक इंधन और उपचायक की सप्लाई मिलती रहती है।

आज जिस इंधन का सामान्यतः प्रयोग किया जाता है, वह हाइड्रोजन है। आक्सीजन उपचायक के रूप में प्रयुक्त किया जाता है। हाइड्रोजन क्यों? क्योंकि इस गैस के संबंध में इलेक्ट्रोडों के लिये सामग्री की समस्या सफलतापूर्वक हल कर ली गयी है। सेल अपेक्षाकृत निम्न तापमानों पर काम कर सकते हैं।

हाइड्रोजन-आक्सीजन इंधन सेल के विस्तृत उपयोग संभव हो सकते थे। उदाहरण के लिये, यह लाखों मोटर-कारों के अंतरदहन इंजनों की जगह ले सकता था। वातावरण कितना शुद्ध हो जाता! परंतु हमेशा कोई न कोई अड़चन सामने आ जाती है। एक किलोग्राम हाइड्रोजन के दहन से प्राप्त ऊर्जा अंतरदहन इंजन में पेट्रोल की उसी मात्रा के दहन से प्राप्त ऊर्जा से 10 गुना ज्यादा होती है। अतः पेट्रोल के साथ मुकाबला करने के लिये हाइड्रोजन की कीमत पेट्रोल की कीमत के दस गुने से अधिक नहीं होनी चाहिये। तथापि हाइड्रोजन की वास्तविक कीमत इससे काफी ज्यादा है। हाइड्रोजन को पर्याप्त मात्राओं में प्राप्त करने की सस्ती और प्रभावशाली विधियां अभी तक ज्ञात नहीं हो पायी हैं। इसके संचयन, संग्रहण तथा परिवहन की समस्याएं भी अभी तक हल नहीं हो पायी हैं।

परंतु फिर भी इंधन सेल भविष्य के ऊर्जा-स्रोत हैं।

आवर्त प्रणाली के कई तत्व आज भी बहुत महंगे हैं जिसकी वजह से उनके व्यावहारिक प्रयोगों का परिसर सीमित है। परंतु हमें पूरी उम्मीद है कि यह स्थिति हमेशा नहीं बनी रहेगी। रसायन और भौतिकी तत्वों की कीमत कम कर देंगे। वे ऐसा अवश्य करेंगे क्योंकि जैसे-जैसे समय बीतता जा रहा है आवर्त सारणी के अधिकाधिक निवासी प्रयोगों में भाग ले रहे हैं।

परंतु कुछ ऐसे तत्व हैं जो या तो भूपर्पटी में होते ही नहीं या इतनी नगण्य मात्रा में होते हैं कि कहा जा सकता है कि वे होते ही नहीं हैं। ऐस्टैटीन, फ्रेंसियम, नेप्टयूनियम और प्लूटोनियम, प्रोमिथियम और टेक्नीशियम आदि तत्व इस श्रेणी में आते हैं।

तथापि ये तत्व कृत्रिम रूप से प्राप्त किये जा सकते हैं।

अभी तक सर्वाधिक महत्वपूर्ण कृत्रिम तत्व प्लूटोनियम है। और इसका विश्व उत्पादन अब आवर्त प्रणाली के कई "साधारण" तत्वों से अधिक है। यहां यह बताना आवश्यक है कि रसायनज्ञ प्लूटोनियम की गिनती सर्वाधिक परिचित तत्वों में करते हैं हालांकि इस तत्व की "आयु" 25 साल से थोड़ी ज्यादा है। यह कोई संयोग की बात नहीं है। इसका कारण यह है कि प्लूटोनियम नाभिकीय रिऐक्टरों के लिये एक उत्तम इंधन है जो यूरोनियम से निम्न नहीं है।

और प्रोमिथियम के बारे में क्या कहा जा सकता है जो अभी तक स्थलीय अयस्कों में नहीं मिला है? यह लघु सेलों के उत्पादन में प्रयुक्त हुआ है, जिनका आकार ड्राइंग के पिन के मुण्डक से थोड़ा सा बड़ा होता है। सबसे बढ़िया रासायनिक सेल 6 महीने से ज्यादा नहीं चलते। प्रोमिथियम परमाण्वीय सेल 5 साल तक लगातार काम करता है और यह श्रवण-सहायों से लेकर नियंत्रित अस्त्रों तक में इस्तेमाल की जाती है।

ऐस्टैटीन की सहायता से चिकित्सक अवटु ग्रंथि के रोगों का इलाज करते हैं। अब विघटनाभिक विकिरण की सहायता से अवटु ग्रंथि के विकारों का इलाज करने के प्रयास किये जा रहे हैं। ज्ञात है कि अवटु ऐस्टैटीन आयोडीन का रासायनिक सदृशरूप है। जीव में प्रवेशित कराने पर ऐस्टैटीन अवटु ग्रंथि में एकत्रित हो जाता है और इसके विघटनाभिक गुण बाकी काम निबटा देते हैं।

इस प्रकार हम देखते हैं कि कुछ कृत्रिम तत्व व्यावहारिक प्रयोगों से दूर नहीं हैं। यह सच है कि मानवजाति के लिये उनकी सेवा एक तरफी है क्योंकि मनुष्य केवल उनके विघटनाभिक गुणों से लाभ उठा सकता है। परंतु इसकी वजह यह है कि रसायनज्ञों ने अभी तक उनके रासायनिक गुणों के अध्ययन का काम हाथ में नहीं लिया है। टेक्नीशियम एक अपवाद है। पता चला है कि इस धातु के लवण लोहे और इस्पात की चीजों की संक्षारण-प्रतिरोधता बहुत बढ़ा देते हैं।

लंबा उपसंहार

इस पुस्तक को लिखना रोचक परंतु कठिन काम था। रोचक इसलिये, क्योंकि हर किस्सा, चाहे वह रसायन के अतीत के बारे में था, चाहे वर्तमान या भविष्य के बारे में था, यह याद दिलाता था कि रसायन कितना आकर्षक विज्ञान है। हमारे सामने कई कठिनाइयां कुछ आत्मपरक प्रकृति की थीं। प्रथम स्थान पर किस चीज की चर्चा की जाये? अगर हम छोटी बातों पर बिल्कुल भी ध्यान न दें, तो बड़ी बातों की ओर ध्यान कैसे एकाग्र कर सकते हैं? इस पुस्तक को लिखते समय हमारे सामने ये मुख्य समस्याएं खड़ी हुईं।

इस बात में कोई शक नहीं कि दूसरे लेखकों ने इस पुस्तक को लिखने के लिये विभिन्न शैली अपनायी होती। परंतु हमने वह शैली चुनी, जो हमें उपयुक्त लगी और अब पाठकगण बता सकते हैं कि हमारी शैली उन्हें पसंद आयी या नहीं।

सामान्यतः पुस्तकें संक्षिप्त उपसंहार के साथ

समाप्त की जाती हैं। परंतु उपसंहार लिखने के कोई सुनिश्चित नियम नहीं हैं। साधारणतया पुस्तक का अंत लिखना भी उतना ही कठिन होता है जितना उसकी शुरूआत करना।

हमारे विचार से उपसंहार में पाठकों को आधुनिक रसायन की मुख्य विशेषताओं की संक्षिप्त जानकारी देनी उपयुक्त रहेगी। यह काम इतना आसान नहीं है क्योंकि आधुनिक रसायन एक अति जटिल वैज्ञानिक "जीव" है। इसके विभिन्न क्षेत्रों के विशेषज्ञ भी प्रायः एक दूसरे की बातें समझ नहीं पाते क्योंकि वे अलग-अलग भाषाएं बोलते हैं।

यही कारण है कि हम उपसंहार को केवल कुछ वाक्यों तक सीमित नहीं रह सके।

तो फिर रसायन है क्या चीज?

रासायनिक परिघटनाएं, प्रक्रियाएं और पदार्थ हमारी पुस्तक के नायक थे। रसायन विज्ञान (केमिस्ट्री) इन सबका अध्ययन करता है। फिर भी वह चीज क्या है? यह प्रश्न उतना सरल नहीं है जितना देखने में लगता है।

दुर्भाग्यवश हमें ठीक पता नहीं है और शायद ही कभी पता चले कि शब्द "केमिस्ट्री" आया कहां से? इस बारे में केवल अनुमान लगाये गये हैं। कुछ अनुसंधाताओं के विचारानुसार यह शब्द मिस्र के प्राचीन नाम "केम" से लिया गया है। इसका

अर्थ "काला" है क्योंकि नील नदी की घाटी की मिट्टी का रंग काला था। दूसरे इसका आधार यूनानी शब्द "ख्यूमा" मानते हैं जिसका अर्थ है—ढलाई (हो सकता है कि रसायन की उत्पत्ति धातुओं की ढलाई के साथ संबंधित रही हो) या एक अन्य शब्द "केमिविस" (मिश्रण) (रसायन के लिये अति विशिष्ट प्रक्रिया)। अंत में तीसरे अनुसंधाता प्राचीन चीनी भाषा के शब्द "ख्यूमा" को केमिस्ट्री शब्द का आधार मानते हैं। चीनी भाषा में इसका अर्थ स्वर्ण है (आपको याद होगा कि कीमियागरी का उद्देश्य था कृत्रिम विधि से स्वर्ण प्राप्त करना)।

और भी विचार हैं। परंतु हम उनका वर्णन नहीं करने जा रहे हैं। हालांकि किसी भी नाम या शब्द की उत्पत्ति की जानकारी इतिहास के लिये काफी महत्व रखती है।

रसायन की प्रथम स्पष्ट परिभाषा संभवत: सन् 1675 में फ्रेंच वैज्ञानिक निकोल्या लेमेरी ने अपनी पाठ्यपुस्तक "रसायन का पाठ्य-क्रम" में दी: "रसायन वह कला है जो मिश्रित पिंडों में उपस्थित विभिन्न पदार्थों को अलग करना सिखाती है।" मिश्रित पिंडों से लेमेरी का अभिप्राय था—जंतु, वनस्पति और खनिज।

परंतु अठारहवीं शताब्दी के अंत में रसायन को एक स्वतंत्र विज्ञान समझा जाने लगा, जो, निस्संदेह निर्माण अवस्था में था। विभिन्न वैज्ञानिकों और शिक्षाशास्त्रियों ने बाद में रसायन की अलग-अलग

परिभाषाएं दीं। इन परिभाषाओं की तुलना तथा विश्लेषण करना शायद काफी रोचक काम सिद्ध होगा . . .

आज रसायन की परिभाषा संक्षिप्त है: "विज्ञान, जो पदार्थों और उनके रूपांतरणों का अध्ययन करता है।" वास्तव में इस परिभाषा में कमी निकालना कठिन काम है। रसायन वास्तव में पदार्थों तथा उनके रूपांतरणों का अध्ययन करता है, उनके गुणों की जांच करता है और इन गुणों का कारण ढूंढ़ने का प्रयास करता है, साधारण पदार्थों से जटिल पदार्थ प्राप्त करता है और विलोमतः जटिल को साधारण में परिवर्तित करता है।

लगता है कि यह परिभाषा बिल्कुल सही है। परंतु प्राचीन काल में भी यह कहा जाता था कि संदेह करने से फायदा होता है।

रसायन का दोस्त भौतिक विज्ञान भी तो पदार्थों के रूपांतरणों तथा उनके गुणों का अध्ययन करता है। बेशक, अपनी विधियों से। एक ही पदार्थ तीन समुच्चय अवस्थाओं में हो सकता है: ठोस, द्रव और गैस। इनके अलावा एक चौथी अवस्था और होती है जिसे प्लैज्मा कहते हैं। पदार्थों की यह विविधता भौतिकविज्ञानियों के कार्य क्षेत्र के अंतर्गत आती है। पदार्थों के भौतिक गुण भी उतना ही महत्व रखते हैं जितना कि उनके रासायनिक गुण।

अतः अगर हम भौतिकी को पदार्थों और उनके रूपांतरणों का विज्ञान कह दें, तो यह कोई अपराध

नहीं होगा। इस बात में कोई संदेह नहीं कि भौतिकी के उद्देश्य और कार्य ज्यादा विस्तृत और विविध हैं। इसके अलावा आज यह विश्वास किया जाता है कि भौतिकी मौलिक विज्ञान है और रसायन नहीं है। परंतु इस विषय की हम कुछ समय बाद चर्चा करेंगे।

अगर यह बात है तो रसायन के अस्तित्व की क्या विशेषता है? अपने समय में द. मेंडेलीफ ने रसायन को रासायनिक तत्वों का विज्ञान बताया था। और यह परिभाषा सही कहलाने का अधिकार रखती है क्योंकि सभी पदार्थ तत्वों के परमाणुओं के विभिन्न संयोजन होते हैं।

अभी हमने "परमाणु" शब्द इस्तेमाल किया है। हमारी दृष्टि से यही शब्द रसायन का अर्थ समझने की एक "कुंजी" है। सभी रासायनिक रूपांतरण ऐसे या वैसे परमाणुओं के इलेक्ट्रान विन्यासों की पुनःव्यवस्था के साथ संबंधित होते हैं। तब रसायन की इलेक्ट्रानी परिभाषा निम्न हुई: विज्ञान, जो पारस्परिक क्रिया कर रहे परमाणुओं और अणुओं के विन्यासों में इलेक्ट्रानों की पुनःव्यवस्था पर आधारित है। पदार्थों के गुण अपने आप नहीं पता चलते, वे केवल तब स्पष्ट होते हैं, जब पदार्थ एक दूसरे के साथ अभिक्रिया करते हैं।

हर पदार्थ में परमाणुओं का संयोजन होता है। ये परमाणु अनुबंधित भी हो सकते हैं और मुक्त भी। परंतु पदार्थ की परिभाषा इससे ज्यादा विस्तृत है।

परमाण्वीय नाभिक भी तो पदार्थ होता है, जिसे पदार्थ की नाभिकीय अवस्था कहते हैं। रसायन नाभिकों का अध्ययन नहीं करता। यह एक विशेष विज्ञान नाभिकीय भौतिकी का काम है।

इस प्रकार रसायन की क्लासिकल परिभाषा पर कुछ प्रतिबंध लग जाते हैं। रसायन केवल उन रूपांतरणों के साथ वास्ता रखता है जो परमाणुओं के बाह्य इलेक्ट्रानी कोशों के साथ संबंधित होते हैं। वह आंतरिक और परमाण्वीय नाभिकों का अध्ययन नहीं करता।

इसका मतलब यह नहीं है कि हम रसायन की सर्वस्वीकृत परिभाषा बदलने की मांग कर रहे हैं। हम केवल इस बात पर ध्यान दिलाना चाहते हैं: यह स्पष्ट करना आवश्यक है कि "पदार्थों" और "रूपांतरणों" से क्या अभिप्राय है। प्रस्तुत पुस्तक – इस गंभीर वाद-विवाद के लिये उपयुक्त नहीं है। जहां तक वैज्ञानिकों – रसायनज्ञों तथा प्रकृति विज्ञान के दार्शनिकों की बात है, तो उन्हें तुरंत सोचना चाहिये: क्या रसायन की परिभाषा को दूसरा, अधिक उपयुक्त रूप देने का समय नहीं आ गया है?

रसायन में क्रांतियां

मनुष्य संसार का ज्ञान पाने की प्रक्रिया में जिस पथ पर बढ़ता है, वह कोई सीधा रास्ता, धीरे-धीरे बढ़ती चढ़ाई नहीं है। दार्शनिक इस पथ

को उद्विकास कहते हैं। विज्ञान का विकास तो क्रांतिकारी घटनाओं जैसा रहा है। कभी ऐसी क्रांति पूरे प्राकृतिक विज्ञान में आयी, तो कभी किसी एक ज्ञान शाखा में।

रसायन विज्ञान अपने विकास पथ में दो क्रांतियों से गुजरा है। और उनमें से प्रत्येक ने सिद्धांत के रूप से दुनिया की नयी तस्वीर, दुनिया की नयी रासायनिक तस्वीर पेश की। परंतु इससे पहले रसायन को अभी एक और काम करना था – खुद को ज्ञान की एक स्वतंत्र शाखा साबित करना था। उसे रहस्यात्मक कीमियागरी का लबादा फेंकना पड़ा, प्रायोगिक तथ्यों के संचयन का लंबा मार्ग तय करना पड़ा और आखिर में जाकर पदार्थों के गुणात्मक और परिमाणात्मक विश्लेषण की प्रथम विधियां ढूढ़नी पड़ीं। रसायन तब विज्ञान बना, जब उसने उचित रूप से तुला पकड़ ली – ये शब्द कभी द० मेंडेलीफ ने कहे थे। तुला के आधार पर रसायन का प्रथम मुख्य नियम स्थापित किया जा सका – पदार्थ के संरक्षण का नियम।

रासायनिक अभिक्रियाओं से संबंधित विभिन्न तथ्य स्पष्टीकरण मांग रहे थे, उन्हें सिद्धांत की जरूरत थी। अठारहवीं शताब्दी के आरंभ में फ्लोजिस्टान सिद्धांत ने यह भूमिका अपने हाथ में ले ली। परंतु यह सिद्धांत केवल रासायनिक रूपान्तरणों की व्याख्या दे रहा था – अपने ढंग से, परंतु बिल्कुल गलत व्याख्या। एंगेल्स ने बिल्कुल ठीक कहा था कि

फ्लोजिस्टान युग में रसायन सिर पर चढ़ गया था।

अठारहवीं शताब्दी के अंतिम चतुर्थांश में फ्रेंच वैज्ञानिक लाऊज्यो ने इस सिद्धांत का प्रायोगिक रूप से खंडन किया और इसकी जगह अपना आक्सीजन दहन सिद्धांत प्रस्तुत किया। वे ठीक समझे थे कि हाल में खोजा आक्सीजन एक मुक्त रासायनिक तत्व था। यह पहली रासायनिक क्रांति की प्रथम लहर थी।

दूसरी क्रांति उन्नीसवीं शताब्दी के बिल्कुल आरंभ में आयी। अंग्रेज वैज्ञानिक जोहन डाल्टन प्रथम व्यक्ति थे जिन्होंने परमाणुओं को परिमाणात्मक गुण प्रदान किये। उन्होंने परमाणु भार की धारणा प्रस्तुत की। इसका मान यह बताता था कि नियत तत्व का परमाणु हाइड्रोजन के परमाणु से कितने गुना भारी था। डाल्टन ने हाइड्रोजन का परमाणु भार इकाई के बराबर माना। उनके विचारानुसार प्रत्येक रासायनिक तत्व एक ही किस्म को परमाणुओं से बना होता है।

इस प्रकार रासायनिक तत्वों की पहचान केवल गुणात्मक लक्षणों के आधार पर ही नहीं बल्कि परिमाणात्मक लक्षणों के आधार पर भी संभव हो गयी।

एंगेल्स ने डाल्टन को आधुनिक रसायन का पिता कहा है। डाल्टन का परमाण्वीय सिद्धांत परमाण्वीय-आण्विक सिद्धांत का आधार बना, जिसने पिछली शताब्दी में रसायन के विकास पर असीम प्रभाव डाला। कोई भी प्रायोगिक उपलब्धि या

सैद्धांतिक ज्ञान इस सिद्धांत की मुख्य बात की अवहेलना नहीं कर सकी। इसके पथ पर चलते हुए मनुष्य की ऐसी उपलब्धियों का जन्म हुआ, जैसे, आवर्त नियम, रासायनिक यौगिकों की संरचना का सिद्धांत, समन्वय सिद्धांत आदि। उन्नीसवीं शताब्दी के अंत तक रसायन ने समाज में वैसी ही प्रतिष्ठा बना ली, जैसी अन्य प्रकृति विज्ञानों की थी; वह अपना व्यावहारिक महत्व समझ गया था।

इस प्रकार क्लासिकल रसायन का जमाना आ गया। इसके द्वारा एकत्रित बहुत सारी जानकारियों तथा तथ्यों का महत्व हमारे जमाने में भी कम नहीं हुआ है।

परंतु जब क्लासिकल रसायन अपने विकास की चरम सीमा पर पहुंच गया, तो यह पता चला कि प्रथम रासायनिक क्रांति के उद्देश्य पूरे हो गये।

सारी खूबियां होते हुए भी परमाण्वीय-आण्विक सिद्धांत ने मुख्य प्रश्न का उत्तर देने में आनाकानी की: परमाणु की बनावट कैसी है? उन्नीसवीं शताब्दी के अंत में वैज्ञानिकों को इस बात की लगभग उतनी ही जानकारी थी जितनी प्राचीनकाल के परमाणु-विशेषज्ञों को थी।

परमाण्वीय संरचना के माडल के बिना बहुत सारी बातों का स्पष्टीकरण असंभव था। उदाहरण के लिये, रासायनिक तत्वों के गुणों के आवर्ती परिवर्तनों का कारण और परमाणुओं के बीच रासायनिक अनुबंधों का सार समझ पाना असंभव था।

"मनुष्य के सारे कामों में विस्तृत रूप से भाग लेते हुए" भी रसायन विज्ञान अंधा सा लग रहा था।

दूसरी रासायनिक क्रांति अवश्यक हो गयी थी।

अगर पहली क्रांति पूर्णतया रसायन के गर्भ में हुई, तो दूसरी को भौतिकी की महान खोजों का आभार मानना चाहिये: एक्सरे किरणों, विघटनाभिकता, उत्कृष्ट गैसों और विशेष रूप से इलेक्ट्रान की खोज का। यह कहना ठीक है कि इन खोजों से प्रकृति विज्ञान में क्रांति आयी और संसार की एक नयी भौतिकीय तस्वीर का निर्माण संभव हो पाया। इन खोजों के आधार पर परमाण्वीय संरचना का नाभिकीय माडल बनाया जा सका। यह काम सन् 1911 में अंग्रेज वैज्ञानिक रदरफोर्ड ने संपन्न किया: इसके दो साल बाद डेनिश भौतिकविद नील्स बोहर ने क्वांटम सिद्धांत की सहायता से इस माडल की व्याख्या दी। रदरफोर्ड-बोहर का परमाण्वीय माडल द्वितीय रासायनिक क्रांति की महान उपलब्धि थी। इसके बल पर कई तथ्यों का वैज्ञानिक स्पष्टीकरण संभव हुआ, जैसे, तत्वों के आवर्त सिद्धांत का प्रतिपादन और रासायनिक अनुबंधों के प्रथम भौतिकीय सिद्धांतों का प्रस्तुतीकरण। इस प्रकार रसायन को अपने अंदर झांक कर देखने का अवसर प्राप्त हुआ और इसका दूरगामी विकास शुरू हो गया। तीसरे दशक के अंत में भौतिकी ने क्वान्टम यांत्रिकी का रूप धारण करके परमाण्वीय माडल को और भी ज्यादा गंभीर आधार प्रदान किये।

रसायन या नवीन रसायन के विकास में नये युग के आविर्भाव का यह आधार था। अगर क्लासिकल रसायन परमाण्वीय-आण्विक सिद्धांत का आभारी था, तो नवीन रसायन की उत्पत्ति और विकास का श्रेय परमाण्वीय संरचना के सिद्धांत को मिला।

नवीन रसायन ने अपने विकास के लिये जो प्रयास किये, उनकी कोई दूसरी मिसाल नहीं मिल सकती। बीसवीं शताब्दी के छठे दशक के आरंभ को आधुनिक वैज्ञानिक-तकनीकी क्रांति का काल माना जाता है। चार दशकों में रसायन की उपलब्धियां पिछले हजार साल की सारी उपलब्धियों से कहीं अधिक थी। रसायन को प्रथम स्थान मिल गया। रसायन के साथ किसी तरह का संबंध न रखने वाले बहुत सारे क्षेत्रों, जैसे, धात्विकी, ऑर्जिकी, कम्प्यूटर, संचार साधन, पर्यावरण-संरक्षण प्रणाली (यह सूची बहुत लंबी है) में रासायनिक प्रक्रियाओं की भूमिका निर्णयात्मक होती है। रसायन का नाभिकीय ऑर्जिकी में स्थान बहुत प्रभावित करने वाला उदाहरण है, नाभिकीय इंधन की प्राप्ति, प्रयोग तथा प्रक्रमण के काम में रासायनिक संचालनों का हिस्सा 75% से अधिक है। रसायन के बिना मनुष्य नाभिकीय ऊर्जा कभी प्राप्त नहीं कर सकता था।

संक्षिप्त परंतु आवश्यक विष्कंभक

आज का सबसे महान रसायनज्ञ मोटे तौर पर भी यह नहीं बता सकता कि नवीन रसायन है क्या

चीज। आधुनिक रसायनज्ञ साधारणतः सूक्ष्म विशेष होते हैं। वे रसायन के उस क्षेत्र की अति उत्तम जानकारी रखते हैं, जिसके साथ उनका कार्य संबंधित होता है। अंत में, अगर उन्हें अध्यापन कार्य अच्छा लगता है और वे अपनी प्रतिष्ठा की परवाह करते हैं, तो उन्हें आधुनिक रसायन के मुख्य नियमों और नियमितताओं का काफी अच्छा ज्ञान होता है।

परंतु वैज्ञानिकों – विश्वकोश-विशेषज्ञों का जमाना हमेशा के लिये चला गया है। रसायन के हर पहलू की पूरी जानकारी किसी को भी नहीं है। परंतु प्रत्येक योग्य रसायनज्ञ को नवीन रसायन की मुख्य बातों की जानकारी अवश्य होनी चाहिये।

आइये, तो फिर उसके परामर्शों का फायदा उठाते हैं।

नवीन रसायन की मुख्य विशेषता

आज हर विज्ञान या विज्ञान के विषय का महत्व उसकी व्यावहारिक उपलब्धियों के स्तर द्वारा निर्धारित किया जाता है। परंतु इसका मतलब यह नहीं है कि सिद्धांतों पर कम ध्यान दिया जाता है। बात यह है कि सिद्धांत गिने चुने लोगों का कार्यक्षेत्र है जबकि अधिकांश लोगों के लिये व्यावहारिक उपलब्धियों से परिचित होना कहीं ज्यादा सरल है। यह शायद काफी अपरिष्कृत विचार है। परंतु सैद्धांतिक विचारों के बिना किसी भी नयी रासायनिक

प्रक्रिया का उपयोग संभव नहीं हो सकता और कई बार तो इस कार्य में कम्प्यूटरों तक का इस्तेमाल जरूरी होता है।

यह एक स्पष्ट धारणा है। यह केवल एक भूमिका है जिससे आधुनिक रसायन की मुख्य विशेषता निश्चित की जा सके।

इस विशेषता को निम्न शब्दों द्वारा व्यक्त किया जा सकता है: नवीन रसायन महान "उत्पादक" शक्ति बन गया है।

हमने विशेष कारणवश शब्द उत्पादक उद्धरण चिन्हों के बीच लिखा है। हमारे लिये इस शब्द के दो अर्थ निकलते हैं। एक तरफ तो रसायन की उत्पादक-शक्ति हजारों टन रासायनिक उत्पादों के उत्पादन में व्यक्त होती है, जैसे, अम्ल, लवण, खाद आदि, जिनके बिना आधुनिक सभ्यता असंभव थी। और इस तथ्य को विशेष टिप्पणी की जरूरत भी नहीं है। यहां हमारे लिये दूसरा अर्थ ज्यादा महत्व रखता है: नये रासायनिक, मुख्यतः कार्बनिक यौगिकों की संख्या में निरंतर वृद्धि। दस साल के पुराने आंकड़े बताते हैं कि विश्व की सारी रासायनिक प्रयोगशालाओं में हर सप्ताह कम से कम 10 नये कार्बनिक पदार्थ जरूर संश्लेषित किये जाते हैं और पदार्थों की कुल संख्या 5000000 बतायी गयी। जाहिर है कि दस साल बाद ये आंकड़े पुराने हो चुके हैं, परंतु नये आंकड़े अभी तक एकत्रित नहीं

किये गये हैं। अकार्बनिक यौगिकों की संख्या इनसे कई गुना कम है।

बहुत सारे नये यौगिकों का संश्लेषण संभवत: वैज्ञानिकों की जिज्ञासा का फल है। इनमें से कुछ यौगिकों की प्राप्ति सैद्धांतिक महत्व रखती है और केवल कुछ ही ऐसे होते हैं जो तुरंत व्यावहारिक प्रयोग के लायक सिद्ध होते हैं।

रसायन लगातार और बहुत बड़े पैमाने पर अध्ययन के नये-नये विषयों की रचना करता रहता है। परंतु इसका अर्थ यह नहीं है कि ये सारे कई लाख यौगिक तुरंत अध्ययन का विषय बन जाते हैं। इनमें से एक-दो ही काम के निकलते हैं, परंतु कल दूसरे भी महत्वपूर्ण साबित हो सकते हैं। अन्य प्रकृति विज्ञानों में ऐसी परिघटना संभव नहीं है। यहां एक बार फिर रसायन की क्लासिकल परिभाषा याद आती है: विज्ञान, जो पदार्थों और उनके रूपांतरणों का अध्ययन करता है। इस परिभाषा में निम्न शब्द और जोड़ देने चाहियें: केवल अध्ययन ही नहीं करता, बल्कि विशाल मात्राओं में उन्हें प्राप्त भी करता है। कभी-कभी पत्रकार यह अभिव्यक्ति पसंद करते हैं: रसायन दूसरी प्रकृति की रचना करता है। इसमें सच्चाई का कुछ अंश है। कृत्रिम रूप से प्राप्त यौगिकों की संख्या, जिनका व्यावहारिक प्रयोग होता है, प्रकृति द्वारा मनुष्य को "दिये" पदार्थों की संख्या से बहुत अधिक है। परंतु "दूसरी प्रकृति की रचना करते हुए" रसायन प्रकृति को बहुत हानि

पहुंचाता है, यह उसे बुरी तरह से संदूषित करता है। अब यह खतरा सारे विश्व पर मंडराने लगा है। आज वायुमंडल और जलमंडल में करोड़ों टन ऐसे अपशिष्ट रासायनिक पदार्थ छोड़े जाते हैं जो सारे जगत के लिये घातक हैं। ओजोन परत, जो हमारे ग्रह को पराबैंगनी विकिरण के विनाशकारी प्रभाव से सुरक्षित रखती है, के पतला बनने की संवृत्ति इसका एक अति स्पष्ट उदाहरण है। अनुमान है कि नाइट्रोजन के आक्साइड तथा फ्रेआन, जो हर रेफ्रिजेरेटर में इस्तेमाल होते हैं—इस हानि में सहायक सिद्ध हो रहे हैं। रसायन के इस "धोखे" की चर्चा हम आगे करेंगे।

तिस पर भी नवीन रसायन का व्यापक उद्देश्य विज्ञान और प्रविधि के विभिन्न क्षेत्रों के लिये नये पदार्थों की रचना है। जबकि ऐसे पदार्थों की प्राप्ति की समस्या असामान्य ढंग से हल की जाती है। सबसे पहले वैज्ञानिक अपनी इच्छा प्रकट करते हैं कि नये पदार्थ में कौन-कौनसे गुण विद्यमान होने चाहियें जिससे कि वे निश्चित उद्देश्यों के लिये प्रयुक्त किये जा सकें। इसके बाद वे उन तरीकों का सुझाव देते हैं जिनसे ऐसा पदार्थ प्राप्त किया जा सकता है। तरीकों के चुनाव में वे अक्सर कम्प्यूटर की प्राथमिक गणनाओं की सहायता लेते हैं। इस व्यापक समस्या का नाम निम्न शब्दों द्वारा व्यक्त कर सकते हैं: पहले से निर्धारित गुणों वाले पदार्थों की प्राप्ति।

उदाहरण के लिये, बहुलकों की गिनती ऐसे पदार्थों में की जाती है। आज उनकी संख्या बहुत बड़ी है और रसायन हर साल उनकी नयी-नयी किस्में बना रहा है। बीसवीं शताब्दी के छठे दशक के मध्य में बहुलकों का उत्पादन ऐलुमिनियम के उत्पादन से भी ऊपर पहुंच गया। मजबूत बहुलकों की बहुत सख्त जरूरत है। आपको शायद पता नहीं होगा कि पोलिएथिलीन इस्पात से दुगुना मजबूत हो सकता है, हालांकि यह बात असंभव लगती है। जापान में तो पोलिएथिलीन के नमूने तैयार भी कर दिये गये हैं जिनकी मजबूती 2000 kg/mm^2 है। ऊष्मा-प्रतिरोधी बहुलकों की भी उतनी ही जरूरत है। हाल ही में एक ऐसा बहुलक प्राप्त किया गया है जिसकी ऊष्मा-प्रतिरोधता 1000°C तक पहुंच गयी है। अलग-अलग बहुलकों की जगह अब उनके ऐलायों का प्रयोग विस्तृत हो रहा है। ऐलायों में वे गुण होते हैं जो घटकों में नहीं आ सकते। आशा की जाती है कि इस शताब्दी के अंतिम दशक के मध्य तक अलग बहुलकों का प्रयोग उतना ही विरल हो जायेगा जितना आज अलग-अलग धातुओं का है। मृतिका पदार्थों की विभिन्न किस्में भी पहले से निर्धारित गुणों वाले पदार्थों के अंतर्गत आती हैं। इनकी गिनती उन पदार्थों में की जाती है जिनसे वैज्ञानिक-तकनीकी क्रांति की गति में काफी तेजी आयी। मृतिका भविष्य में भी कई अचंभे दिखाने जा रही है। यहां "मृतिका" किस्म के उस यौगिक का उदाहरण याद

करना काफी होगा जिसमें उच्च तापीय प्रतिचालकता उपस्थित पायी गयी। जिर्कोनियम डाइग्राक्साइड तथा इट्रियम ग्राक्साइड के मिश्रण से एक मृतिका पदार्थ प्राप्त किया गया है। यह अतितन्य पदार्थ साबित हुआ है। इसका बनी झिल्ली खींचने पर बिना टूटे दोगुना लंबी हो गयी। खास बात यह है कि खींचने के बाद उसकी मजबूती और भी ज्यादा बढ़ गयी।

आप सहमत हैं न कि ये उदाहरण वास्तव में बहुत प्रभावशाली हैं? हमारा दिल करता है कि हम रसायन के लिये "काल्पनिक" रसायन शब्द इस्तेमाल करें। परंतु वह कड़े सिद्धांतों पर टिका है।

समय की बचत के बारे में

कई शताब्दियों के दौरान रसायन परीक्षण-प्रणाली विधि के आधार पर आगे बढ़ता रहा। उन्नीसवीं शताब्दी में भी अधिकांश रासायनिक यौगिक प्राकृतिक पदार्थों से संयोगवश संश्लिष्ट या अलग किये गये। मेंडेलीफ की आवर्त प्रणाली के प्रतिपादन से पहले भी नये रासायनिक तत्वों की खोजें सांयोगिक होती थीं। नये परिणाम प्राप्त करके रसायनज्ञ ठीक तरह से नहीं बता सकते थे कि वे परिणाम उन्हें कैसे और क्यों प्राप्त हुए।

संयोग का बोलबाला था। यह सज्जन केवल सिद्धांत का कहना मानते हैं। या बहरहाल वह इन्हें ठीक करना जानता है।

हम ऊपर बता ही चुके हैं कि फ्लोजिस्टान सिद्धांत रसायन का सर्वप्रथम सिद्धांत था। क्या हुआ अगर वह त्रुटिपूर्ण था पर 50 से ज्यादा साल तक रसायनज्ञ लोग इसे आधार मान कर काम करते रहे। इसकी गद्दी आक्सीजन सिद्धांत ने संभाली जिसने रसायनज्ञों को सोच-विचार करने पर मजबूत कर दिया। विचार की व्यवस्था हाथ में थी जिससे नये परिणाम और तेजी से प्राप्त होने लगे।

काफी लंबे अर्से तक रसायन के सिद्धांतों का केवल स्पष्टीकरण दिया जाता रहा। विकासशील विज्ञान के लिये यह कम है। स्पष्टीकरण के अलावा दूरदर्शिता भी आवश्यक थी। और जब पूर्वानुमान की क्षमता रखने वाले सिद्धांत आ गये, तो रसायन धीरे-धीरे अनुभाविक विज्ञानों के ग्रुप की ओर बढ़ने लगा। रासायनिक लेखों में गणित के सूत्र और समीकरणों का प्रयोग बढ़ने लगा। और इसका अर्थ यह था कि रसायन में सैद्धांतिक स्पष्टीकरणों और गणनाओं का वक्त आ गया था।

इन्होंने अनुसंधाताओं का वक्त बचाया। दर्जनों प्रयोगों की जगह एक-दो काफी रहते थे। और शब्द "सैद्धांतिक रसायन" कुछ विशेष पुस्तकों का शीर्षक बन गया।

वक्त की मांग है कि आधुनिक रसायनज्ञ को उच्च गणित का ज्ञान जरूर होना चाहिये। और नहीं, तो कम से कम उसे उन विभागों की जानकारी अवश्य होनी चाहिये, जो बहुत अर्से से प्रकृति विज्ञान

में, विशेषतया भौतिकी में प्रयुक्त होते आ रहे हैं।

आधुनिक रसायन शक्तिशाली सिद्धांतों पर टिका है और अब गंभीर रसायनज्ञ संगत पाठ्य-पुस्तक का अध्ययन किये बिना तथा अंतरिम गणनाएं किये बिना एक भी कदम नहीं उठाता है।

दुनिया में कुल कितने रसायन हैं?

स्पष्ट है—एक। स्वतंत्र विज्ञान तथा प्रकृति विज्ञान के अंग के रूप में एक है। परंतु हमारी पुस्तक पढ़ने के दौरान आपको कई बार निम्न शब्द मिले होंगे: अकार्बनिक, कार्बनिक, भौतिकीय, विश्लेषीय रसायन। यह समझना मुश्किल नहीं है कि ये सारे रसायन के विभाग हैं, जिनमें से हर किसी का अपना अध्ययन-विषय है। इन विभागों पर बहु-संख्यक विशेष पुस्तकें लिखी गयी हैं। रासायनिक शिक्षा-संस्थानों में विद्यार्थी जिस विषय का अध्ययन करता है, उसके पाठ्य-क्रम का नाम विषय के नाम पर रखा जाता है।

इन चार विभागों को "आधुनिक रासायनिक विज्ञानों के आधुनिक वर्गीकरण का आधार" माना जाता है। विरोधाभासी बात यह है कि कोई भी इन विभागों की ठीक-ठीक परिभाषा नहीं देता है। शोध-कार्य और पाठ्यपुस्तकें ऐसी बहुसंख्यक परिभाषाओं से भरी पड़ी हैं, परंतु पहली बात तो यह है कि वे अधूरी हैं, दूसरी यह कि वे विरोधात्मक हैं, तीसरी

यह कि वे अतीत की भेंट है, जब रसायन अपनी धारणाओं के सारगर्भित महत्व पर कोई विशेष ध्यान नहीं देता था और चौथी यह कि हर कुशल रसायनज्ञ अकार्बनिक, कार्बनिक, भौतिकीय और विश्लेषीय रसायनों को अपनी व्यक्तिगत परिभाषाएं देना अपना कर्तव्य समझता है।

इससे आसान और क्या काम हो सकता है? परंतु वास्तविकता में यह इतना सरल काम नहीं है। रसायन की विस्मयकारी व्यावहारिक और सैद्धांतिक सफलताओं ने इस प्रकृति विज्ञान के वर्गीकरण की समस्याओं को उभरने का अवसर ही नहीं दिया।

हमने आपका ध्यान इस समस्या की ओर इसलिये आकर्षित किया है कि आप एक सच्चाई जान जायें: रसायनज्ञ को रसायन-विज्ञान में अपनी जगह की ठीक जानकारी होनी चाहिये। उसे कम से कम इतना जरूर पता होना चाहिये कि उसकी रुचियां रसायन के किस विभाग के साथ अधिक संबंधित हैं।

रसायन का सारा इतिहास प्रमाणित करता है कि ये चारों "रासायनिक ढेले" लगातार और अधिक छोटी छिप्टियों में विभाजित होते रहे हैं। परंतु यह काफी घटिया "यांत्रिक" सादृश्य है।

विज्ञान की भाषा में इस प्रक्रिया को विभेदन कहते हैं। आइये, अकार्बनिक रसायन के उदाहरण से इस शब्द की परिभाषा स्पष्ट करते हैं। यहां विभेदन अनुसंधान के विषयों के साथ घटित हुआ। अकार्बनिक रसायन में रासायनिक विषय बने जिनका

सार या तो रासायनिक यौगिकों के अलग-अलग वर्गों का अध्ययन था या रासायनिक यौगिकों या उनके संयोजनों के रसायन का अध्ययन था। स्पष्ट है कि ऐसे विषयों के उदाहरण बताना आवश्यक है, तो लीजिये, ये हैं: अम्लों का रसायन; क्षारकों का रसायन; कार्बाइडों का रसायन; हाइड्राइडों का रसायन; दुर्लभ मृदा तत्वों का रसायन; परायूरेनियम तत्वों का रसायन; उत्कृष्ट गैसों का रसायन; फास्फोरस का रसायन; फ्लुओरीन का रसायन; सिलिकन का रसायन आदि।

कार्बनिक रसायन के क्षेत्र में भी यही बात मिलेगी।

यह विभाजन "सुविधा के कारण" नहीं किया गया है। विषय का ज्ञान प्राप्त करने के लिये यह आवश्यक है। और रसायन का विशेष विषय इसी दिशा में आगे बढ़ा।

हम विभेदन की सीमा स्पष्ट करने के काम से दूर रहना पसंद करेंगे। प्राचीन सुक्ति कहती है: "इतिहास के कपड़ों को फिर से नहीं काटते"।

हमारा उद्देश्य कहीं सरल है: पाठकों को यह बताना है कि अब रसायन बहुमुखी और बहुभुजी जीव बन गया है। कुछ लोग इसकी तुलना उस पेड़ के साथ करते हैं, जो लगातार शाखित होता रहता है। हम इस तुलना से सहमत हैं।

दो अन्य "मौलिक रसायनों" – भौतिकीय तथा विश्लेषीय रसायन के बारे में क्या कहा जा सकता

है? पता चलता है कि यहां स्थिति काफी जटिल है।

भौतिकीय रसायन में अलग-अलग विभागों में विभाजित होने की प्रवृति नहीं थी। ऐसा लगता है जैसेकि वह ज्ञान के विभिन्न रंग-बिरंगे टुकड़ों के जोड़ों से बना हो। रासायनिक अभिक्रियाओं के तापीय प्रभावों के अनुसंधान ने ऊष्मा रसायन को जन्म दिया। विद्युत धारा के परिणामस्वरूप प्राप्त रासायनिक प्रक्रियाओं ने विद्युत रसायन नामक विभाग में प्राण डाले। रसायन में अधिकांश अभिक्रियाएं द्रव माध्यम में घटती हैं: यहीं से विलयनों का अध्ययन शुरू हुआ। भौतिकीय विचारों की सहायता से रासायनिक अभिक्रियाओं की गति और मेकेनिज्म का अध्ययन सरल हो गया। इस प्रकार भौतिकीय रसायन का जन्म हुआ – रासायनिक बलगतिकी। अब इसे रसायन का एक स्वतंत्र विभाग माना जा सकता है। इस सूची में एक नाम और जोड़ देते हैं – रासायनिक तापप्रवेगिकी , जिसकी गिनती आधुनिक रसायन के सैद्धांतिक आधारों में की जाती है।

इन सारी शाखाओं के समुच्चय को आज भौतिकीय रसायन कहते हैं। परंतु इसके अलावा एक और विभाग है – रासायनिक भौतिकी। परंतु यहां हम इन दोनों विभागों में अंतर समझाने नहीं जा रहे हैं। यह अंतर दिखाना इतना सरल काम नहीं है और फिर हमारी पुस्तक के पृष्ठ इन स्पष्टीकरणों के लिये उपयुक्त नहीं हैं।

और हमें इस बीच विश्वास हो गया है कि

नवीन रसायन ने काफी हद तक पूर्ण वैज्ञानिक जीव की विशेषताएं खो दी हैं। परंतु यह कोई खराबी नहीं है। यह विकास का द्वंद्ववाद है।

विश्लेषीय रसायन की स्थिति पर अभी तक बहस हो रही है। वह क्या है? रसायन का एक स्वतंत्र विभाग है जिसके अपने सिद्धांत और अपनी विधियां हैं या अन्य रसायनों का "नौकर" है जिसे विभिन्न पदार्थों के विश्लेषण के लिये परिशुद्ध आंकड़े लाने का काम दिया गया है?

उत्कर्ष विश्लेषण के बिना आधुनिक रसायन अंधा है। प्रत्येक रासायनिक संश्लेषण की जांच विश्लेषण द्वारा की जाती है। आदर्श "रासायनिक सूक्ष्मदर्शियों" की सहायता से रासायनिक अभिक्रियाओं के घटने के हर पहलू का बारीकी से अध्ययन किया जा सकता है। विश्लेषीय विधियों की सहायता से अति आधुनिक तकनीक में प्रयुक्त होने वाले परमशुद्ध पदार्थों में अशुद्धियों की नगण्य मात्राएं निर्धारित की जाती हैं। पर्यावरण को शुद्ध रखने के काम में विश्लेषीय रसायन अति महत्वपूर्ण भूमिका निभा रहा है।

पिछले वर्षों में विश्लेषीय रसायन ने एक नये विषय को जन्म दिया है: रासायनिक निदान: विधियों का समुच्चय, जिसके आधार पर घट रही रासायनिक अभिक्रियाओं की विभिन्न विशेषताएं निर्धारित की जाती हैं। विशेष संसूचक "निदान शास्त्रियों" की भूमिका निभाते हैं, जिन्हें रासायनिक संवेदक कहते हैं और जो हर चीज निर्धारित कर सकते हैं।

उदाहरण के लिये, रासायनिक संवेदकों के आधार पर ऐसा उपकरण बनाया गया है जो 100 विभिन्न गैसों की उपस्थिति निर्धारित कर सकता है और वह भी बहुत जल्दी और अति शुद्धता के साथ।

विश्लेषकों ने रसायन और भौतिकी दोनों से ही बहुसंख्यक विधियां ली हैं। आज भौतिकीय विधियां प्रथम स्थान पर हैं। पाठकों की सूचना के लिये कुछ की गिनती करते हैं: स्पेक्ट्रम (प्रकाशिकीय और एक्सरे) विधियां; एक्सरे संरचनात्मक विश्लेषण; पराबैंगनी, अवरक्त और रेडियो स्पेक्ट्रोस्कोपी; द्रव्यमान स्पेक्ट्रोमीटरी; इलेक्ट्रान अनुचुंबकीय और नाभिकीय चुंबकीय अनुनाद विधियां आदि। यह सूची काफी हद तक अधूरी है। इनमें से कुछ विधियों पर हम पीछे प्रकाश डाल चुके हैं।

अगर सच कहा जाये, तो मनुष्य को रसायन की प्रथम जानकारी विश्लेषण की कृपा से ही तो प्राप्त हुई, जब वह यह जानने की कोशिश कर रहा था कि विभिन्न पदार्थ किन चीजों से बने हैं।

रसायन विज्ञानों का वर्गीकरण जारी है

हमें अकार्बनिक और कार्बनिक रसायन की विशेषताओं का संक्षिप्त वर्णन देना ही पड़ेगा।

परम्परानुसार आवर्त प्रणाली के सभी तत्व अकार्बनिक रसायन का अध्ययन-विषय माने जाते हैं और कार्बनिक रसायन कार्बन के लाखों यौगिकों

का अध्ययन करता है। अकार्बनिक रसायन कार्बन के केवल कुछ गिने-चुने उत्पाद अपनी गोद में उठाता है। कार्बन के बिना कार्बनिक यौगिक नहीं बन सकते। इसके अलावा कुछ और तत्व भी उनके घटक होते हैं, जिन्हें कार्बजन कहते हैं, जैसे, हाइड्रोजन, नाइट्रोजन, आक्सीजन, सल्फर, हैलोजेन, फास्फोरस आदि।

हालांकि अकार्बनिक रसायन लगभग 90 रासायनिक तत्वों पर टिका है, इसके भंडार में 250000 के आसपास यौगिक जमा हो गये हैं अर्थात् कार्बनिक यौगिकों से कई गुना कम। यह कोई आश्चर्य की बात नहीं: नये अकार्बनिक यौगिकों का संश्लेषण कार्बनिक यौगिकों के संश्लेषण से काफी ज्यादा कठिन होता है।

अकार्बनिक रसायन अतिप्राचीन रसायनों में गिना जाता है। कुछ शताब्दियों पहले इसे खनिज रसायन कहते थे। इसकी धारा में अधिकांश रासायनिक तत्व खोजे गये जिससे विश्व की आधुनिक वैज्ञानिक रूपरेखा तैयार करने में बहुत सहायता मिली।

कार्बनिक रसायन काफी जवान है। केवल उन्नीसवीं शताब्दी के प्रथम चतुर्थांश में इसे रसायन की स्वतंत्र शाखा माना गया। इससे पहले भी कई कार्बनिक पदार्थ ज्ञात थे। उन्हें वनस्पतियों और जंतुओं के उत्पादों से प्राप्त किया जाता था। उस वक्त शायद ही किसी वैज्ञानिक को इस बात पर संदेह था कि कार्बनिक पदार्थ केवल सजीव प्राणियों द्वारा बनाये जा सकते हैं और कृत्रिम रूप से उनका

संश्लेषण असंभव है। वैज्ञानिक सर्वशक्तिमान "प्राणाधारी बल" को कार्बनिक पदार्थ की उपस्थिति का कारण मानते थे। 1828 में प्रकृति विज्ञान में एक क्रांतिकारी घटना घटी: जर्मन वैज्ञानिक व्योलर को पहली बार अकार्बनिक प्रकृति के यौगिकों से कार्बनिक यौगिक यूरिया प्राप्त हुआ। कुख्यात "प्राणाधारी बल" का तख्ता उलट दिया गया और कार्बनिक रसायन में यौगिकों के संश्लेषण का युग आरंभ हुआ। पिछली शताब्दी के अंत में ही अनुसंधान के क्षेत्र में कार्बनिक रसायन अकार्बनिक रसायन के बराबर ही नहीं, बल्कि उससे आगे भी निकल गया। यौगिकों की संरचना के प्रथम सिद्धांत कार्बनिक रसायन तक सीमित रखे गये।

परंतु फिर भी अकार्बनिक और कार्बनिक रसायन के बीच बिल्कुल स्पष्ट सीमा निर्धारित नहीं की जा सकती। कुछ क्षेत्र ऐसे हैं, जहां ऐसा लगता है जैसेकि वे एक दूसरे को अतिछादित करते हैं। एक छोटा सा उदाहरण लेते हैं — साधारण यौगिक हाइड्रोसायनिक अम्ल — HCN। इसे किधर रखा जाये — कार्बनिक या अकार्बनिक पदार्थों के साथ? चूंकि यह पूर्णतया कार्बजन तत्वों से बना है, तो इसे प्रथम ग्रुप में रखना चाहिये। परंतु बहुत पुराने जमाने से इसके लवण सायनाइड खनिज रसायन का विषय माने जाते रहे हैं।

दो मौलिक रसायनों के चौराहों से दो शक्तिशाली रासायनिक विषय निकले, जिनकी स्वतंत्रता

को बहुत जमाने मे मान्यता मिल चुकी है। पहला विषय समन्वय रसायन है, जो सम्मिश्र यौगिकों का रसायन है। इन यौगिकों में काफी कार्बनिक तत्व भी उपस्थित होते हैं और दूसरा विषय – कार्ब-तात्विक यौगिकों का रसायन है (कार्ब-धात्विक यौगिक भी इसमें शामिल हैं)। रसायन के इन विभागों को कार्बनिक या अकार्बनिक रसायन के साथ संबंधित करना इतना सरल नहीं है।

इन्हें संकर रासायनिक विषय कहते हैं। रसायनों के आधुनिक वर्गीकरण की चर्चा के दौरान संकरण शब्द प्रयोग किया जाता है। रसायन के विभिन्न विभाग आपस में मिलकर रासायनिक अनुसंधानों की नवीन दिशाओं को जन्म देते हैं। उदाहरणतया, रेडियो रसायन, विकिरण रसायन, प्लाज्मा रसायन और कई अन्य नये विभाग बन गये हैं। और इस प्रकार विभिन्न "रसायनों" की संख्या बहुत बढ़ गयी।

परंतु यह गिनती यहीं खत्म नहीं हो जाती। ज्ञान के कई ऐसे विभाग हैं जो विभिन्न प्रकृति विज्ञानों के पारस्परिक प्रभाव के फलस्वरूप बने हैं। "विज्ञान की भाषा में" इस पारस्परिक प्रभाव को समाकलन कहते हैं।

"समाकल" विज्ञानों में सबसे प्राचीन और सम्मानित निम्न दो हैं – भूरसायन और जीवरसायन। विशेष रूप से दूसरा विज्ञान, जिसका अध्ययन आज चरम सीमा पर पहुंच गया है। दोनों विज्ञानों पर

हमारी इस पुस्तक जैसी विशेष रासायनिक पुस्तक लिखी जा सकती है। पाठकों को चिंता करने की जरूरत नहीं है, ऐसी बहुत सारी जनप्रिय, गंभीर और साधारण पुस्तकें प्रकाशित की गयी हैं। उनका चुनाव पाठक को खुद करना पड़ेगा।

तथ्यों के सीमाहीन महासागर में

150 साल पहले एक युवा विज्ञान के रूप में रसायन का विकास काफी तीव्र गति से हो रहा था। कुछ तथ्य तथा जानकारियां अनुसंधाताओं के बहुमत तक पहुंचने से पहले ही पुरानी हो जाती थीं। परंतु इसके बावजूद भी रसायन की सभी सफलताओं पर निगाह रखना असंभव नहीं हुआ था। यह काम केवल एक-दो वैज्ञानिकों के बस का था। महान स्वीडिश रसायनज्ञ बेर्जेलियस एक ऐसे वैज्ञानिक थे। 28 साल के अर्से के दौरान वे हर वर्ष अपनी "वार्षिक रिपोर्ट" छापते थे। उनकी यह कोशिश होती थी कि वे विभिन्न देशों और जातियों के लोगों के रासायनिक अनुसंधानों की उपलब्धियों का अधिक से अधिक पूर्ण विवरण दें। हर "वार्षिक रिपोर्ट" एक मोटी पोथी जैसी थी, परंतु वह एक साल के अंदर प्राप्त रासायनिक जानकारियों और तथ्यों का विश्वकोश थी।

1848 में स्वीडिश रसायनज्ञ की मृत्यु हो गयी, परंतु "वार्षिक रिपोर्ट" दो और सालों तक प्रकाशित होती रही। परंतु अब कोई भी वैज्ञानिक

नयी खोजों पर निगरानी नहीं रख पा रहा था।

यहां हम पाठकों को इस पुस्तक की भूमिका में दिये किस्से की याद दिलाना चाहेंगे।

सतरहवीं-अठारहवीं शताब्दियों में विख्यात प्रकृति-वैज्ञानिकों द्वारा लिखी पोथियों के आधार पर रसायन के ज्ञान का स्तर निर्धारित किया जाता था और रसायन की महत्वपूर्ण बातों और प्रेक्षणों के बारे में जानकारी इकट्ठे की जा सकती थी। ऐसी एक पुस्तक का हम पीछे वर्णन कर चुके हैं। हमारा अभिप्राय लेमेरी द्वारा लिखित "रसायन का पाठ्य-क्रम" नामक पुस्तक से है। 1778 में जर्मनी में रसायन से संबंधित लेख छापने वाली प्रथम पत्रिका प्रकाशित की गयी।

उन्नीसवीं शताब्दी के द्वितीय अर्द्धांश में रसायन के निश्चित विभागों पर पत्रिकाएं छपने लगीं। 1980 में सारे विश्व में लगभग 700 रासायनिक पत्रिकाएं प्रकाशित हो रही थीं।

नयी रासायनिक पत्रिकाओं का प्रकाशन रसायन में घट रहे प्रक्रमों – विभेदीकरण, संकरण और समाकलन – के दर्पण की भूमिका निभा रहा था। आधुनिक रासायनिक पत्रिकाओं के नामों का साधारण विश्लेषण रसायन विज्ञान के विषयों की स्थिति पर काफी प्रकाश डाल सकता है।

रसायन से संबंधित पत्रिकाओं की संख्या की वृद्धि के कारण उनका अध्ययन भी ज्यादा कठिन होता गया। वे विभिन्न भाषाओं में प्रकाशित होते

थे और हर रसायनज्ञ बहुभाषाविद् नहीं था। इसके अलावा रसायन के बारे में बहुत सारी उपयोगी बातें उन पत्रिकाओं में प्रकाशित होती थीं, जो अन्य वैज्ञानिक विषयों के ग्रुप में आती थीं। कभी-कभी किसी महान रासायनिक खोज की खबर उन पत्रिकाओं के पृष्ठों पर छपती थी जिनका रसायन के साथ कोई संबंध नहीं था।

इन सब परेशानियों से बचने के लिये विशेष निबंध पत्रिकाएं प्रकाशित की जाने लगीं, जैसे "Chemical Abstracts", जो सारी दुनिया में प्रसिद्ध है। इन पत्रिकाओं से कुछ समय तक काफी सहायता मिली।

किसी भी वैज्ञानिक अनुसंधान-कार्य में पुनरावृति से बहुत दुख होता है। अतः काम शुरू करते समय हर अनुसंधाता को इस बात की स्पष्ट जानकारी होनी चाहिये कि उस क्षेत्र में क्या कुछ किया जा चुका है। कहीं ऐसा न हो जाये कि उसके द्वारा प्राप्त परिणाम पहले किसी ने प्राप्त किये हों। सबसे पहले वह पुस्तकालय में जाकर विषय से संबंधित निबंध पत्रिकाओं के पिछले सारे अंक देखता है और फिर निश्चित समय बाद (कुछ दिनों या सप्ताहों या महीनों बाद) जब उसे अपने अनुसंधान-विषय के बारे में पर्याप्त व आवश्यक जानकारी मिल जाती है, वह बड़ी निश्चिंतता के साथ प्रयोगशाला में कदम रखता है।

आधुनिक दृष्टिकोण से खोज का यह तरीका

काफी आदर्श लगता है। ऐसा होता है, परंतु हमेशा नहीं। कभी-कभी साहित्य की खोज की अपेक्षा प्रयोग करना कहीं ज्यादा सरल होता है। निबंधों और पत्रिकाओं के पढ़ने में बहुत ज्यादा समय खराब हो जाता है जो प्रयोग के समय से बहुत ज्यादा हो सकता है।

यह कोई आश्चर्य की बात नहीं है। 1975 में एकत्रित आंकड़ों के अनुसार विश्व में प्रति मिनट एक रासायनिक लेख प्रकाशित होता है अर्थात् एक घंटे में साठ और 24 घंटों में एक हजार चार सौ चालीस। हर लेख अगर केवल दो पृष्ठों का भी हो, तो हर रोज रसायन की विश्व डायरी में 2880 नये पृष्ठ जोड़ दिये जाते हैं। इस तथ्य की किसी टिप्पणी की जरूरत है? कोई भी पत्रिका इतनी सारी सूचनाएं प्रकाशित करने की क्षमता नहीं रख सकती।

विज्ञान और तकनीक के सभी क्षेत्रों में आज जो स्थिति बन गयी है, उसे "सूचनाओं का विस्फोट" कहते हैं। इसके आधुनिक प्रभावों का अभी तक भली भांति अध्ययन नहीं किया गया है। हम नहीं कह सकते कि भविष्य में यह प्रभाव कैसा होगा।

एक जमाना था, जब रसायनज्ञ लोग सूचनाओं के अभाव की शिकायत करते थे। परंतु अब वे इसके बाहुल्य से तंग हैं। परंतु रसायन के विकास को कोई नहीं रोक सकता और इसलिये कोई न कोई रास्ता ढूंढ़ना पड़ेगा।

अलग-अलग रासायनिक विषयों पर प्रकाशित "अत्यावश्यक-सूचनाएं", जो विशेष रासायनिक समाचार-पत्रों की तरह होती हैं, सहायता कर सकती हैं और सहायता कर रही हैं। व्यक्तिगत कम्प्यूटरों का प्रयोग किया जा रहा है। वे अनुसंधाता की रुचि के विषय से संबंधित बहुत सारी रासायनिक जानकारी और संदर्भ के स्रोत होते हैं। अगर आप चाहें, तो इसे आधुनिक रसायन-विज्ञान की एक और विशेषता कहा जा सकता है। कम्प्यूटरों की सहायता से रसायन की सेवा में विभिन्न प्रकार के परिकलन भी किये जाते हैं।

वैज्ञानिक खोज किसने की?

हम पहले ही बता देते हैं कि यहां हमारा अभिप्राय खोज से नहीं बल्कि किसी छोटे से तथ्य की स्थापना से तथा पहले से किये प्रेक्षणों की विस्तृत जानकारी से है।

जब हम काफी पुरानी रासायनिक पत्रिकाओं के पृष्ठ पलटते हैं तो एक विशेष कौतूहलपूर्ण खूबी देखते हैं। अधिकांश स्थितियों में हर लेख का एक लेखक है। उदाहरण के लिये, द० मेंडेलीफ ने अपने सारे 550 लेख अपने अकेले प्रयासों से लिखे। ऐसे लेख बहुत कम मिलते हैं जिन्हें दो लेखकों ने मिलकर लिखा हो। तीन या चार लेखकों द्वारा लिखे लेख मिलना तो बहुत ही बड़ी बात है।

चलिये, अब जरा आधुनिक पत्रिकाओं पर ध्यान देते हैं। जो बात पिछली शताब्दी में एक नियम थी, वह हमारे दिनों में अपवाद है। आज दस या इससे भी ज्यादा लेखकों द्वारा लिखा लेख मिलना कोई इतनी विरल बात नहीं है।

निस्संदेह ये लेख प्रयोगों के परिणाम हैं। सिद्धांतों की रचना आम तौर पर बड़े समुदायों द्वारा नहीं होती। आधुनिक रासायनिक प्रयोग शुरू करने से पहले अतिसावधानी से उसकी परियोजना बनानी पड़ती है और काफी देर तक उसकी तैयारी करनी पड़ती है। विशेष रूप से जब "सूक्ष्म पदार्थों" के साथ वास्ता पड़ता है। इसी कारण रसायनज्ञों के अलावा अन्य विज्ञानों और तकनीकी क्षेत्रों के विशेषज्ञों को भी आरंभिक कार्यों का साझीदारों की संख्या दस या इससे भी ज्यादा हो जाती है। और निस्संदेह उनमें से हर कोई लेख का सहलेखक कहलाने का अधिकारी होता है। नवीन रसायन वह विज्ञान बन गया है जो वैज्ञानिकों के समूहों द्वारा आगे बढ़ाया जा रहा है और कई बार ये वैज्ञानिक विभिन्न देशों के प्रतिनिधि होते हैं। और प्रत्येक भागीदार के योगदान का सही-सही मूल्यांकन करना भागीदारों का निजी मामला है। बाकी लोगों के लिये वे सक्षम सहलेखक हैं।

अगर हम आधुनिक रसायन की एक और विशेषता का नाम लें, तो इससे सच्चाई का खंडन

नहीं होगा – हमारा अभिप्राय सामूहिक अनुसंधान कार्यों से है।

सब कुछ कहने के बाद अगले विभाग की सुर्खी विरोधाभासी लगती है...

रसायन विज्ञान नाम की चीज है भी या नहीं?

सावधान पाठक शायद इस प्रश्न को पढ़कर आश्चर्यचकित नहीं होगा: पीछे हम बता चुके हैं कि भौतिकी से भिन्न रसायन मौलिक विज्ञान नहीं है। हमें यह बात फिर से कहनी पड़ेगी। वास्तव में भौतिकी पदार्थ की संरचना के बहुत ज्यादा व्यक्तिगत पहलूओं का अध्ययन करती है, वह विभिन्न घटनाओं और प्रक्रमों के घटने के कारण ढूंढ़ती है। भौतिकी ने यह सिद्ध किया है कि हमारा सारा ब्रह्माण्ड – अदृश्य परमाणु से लेकर विशाल आकाशगंगा तक – चार प्रकार के मौलिक पारस्परिक प्रभावों द्वारा नियंत्रित है – विद्युत – चुंबकीय, प्रबल, दुर्बल और गुरुत्वीय। हम समझते हैं कि पाठकों ने इनके नाम सुने होंगे और अगर नहीं, तो पदार्थ की संरचना से संबंधित किसी भी पुस्तक में इनका वर्णन मिल सकता है। यह भौतिकी ही है जिसने आगे चलकर यह सिद्ध किया कि हमारी दुनिया तीन भौतिकीय कणों से बनी है – प्रोटोनों, न्यूट्रानों और इलेक्ट्रानों से, जिन्हें प्राथमिक कण कहते हैं।

हमारा पुराना मित्र "परमाणु" भी इस श्रेणी

में आता है जो दो शताब्दियों से रसायन का विकास नियंत्रित कर रहा है। पिछली शताब्दी के वैज्ञानिकों को इस बात का तनिक भी आभास नहीं था कि परमाणु की संरचना इतनी जटिल हो सकती है। यह तीन प्रकार के प्रारंभिक कणों से बना है और ये तीनों कण अलग-अलग ग्रुपों के अंतर्गत आते हैं (द्रव्यमानों के आधार पर प्राथमिक कणों का सुस्पष्ट वर्गीकरण किया गया है)। प्रोटोन और न्यूट्रान (इन दोनों का द्रव्यमान लगभग बराबर होता है, न्यूट्रान तनिक सा भारी होता है) बेरिआन होते हैं जबकि इलेक्ट्रान (इसका द्रव्यमान प्रोटोन के द्रव्यमान के 1/1840 भाग के बराबर होता है) लेप्टानों के अंतर्गत आता है। ज्ञात है कि प्रोटोन और न्यूट्रान परमाणु का नाभिक बनाते हैं और इलेक्ट्रान नाभिक की परिक्रमा करते हैं। विशेष बात यह है कि इलेक्ट्रानों की गति क्वान्टम यांत्रिकी और विद्युत-गतिकी के नियमों का बड़ी सख्ती के साथ पालन करती है। यही नहीं—परमाणु चार मौलिक पारस्परिक प्रभावों के खेल का परिणाम होता है। इलेक्ट्रान क्षेत्र में विद्युत-चुंबकीय नियमों का सिक्का चलता है, प्रबल पारस्परिक प्रभाव नाभिक पर नियंत्रण रखता है। इस सुनिश्चित संतुलन में निर्बल पारस्परिक प्रभाव भी भाग लेता है (वह कुछ विघटनाभिक नाभिकों की प्रकृति निर्धारित करता है)। निस्संदेह गुरुत्वीय पारस्परिक प्रभाव के बिना काम नहीं चलता, परंतु अभी तक यह स्पष्ट नहीं हुआ कि वह कौनसी भूमिका

निभाता है। प्रकृति अभी तक परमाणु से अधिक मजबूत और हार्मोनिक संरचनाएं नहीं बना पायी है (हो सकता है कि हमें उनका पता न हो)।

हालांकि परमाणु ने रसायन द्वारा प्राप्त उपलब्धियों को विकास के आधुनिक स्तर तक पहुंचाया है, परंतु फिर भी विषय भौतिकी का ही रहता है। वे सारे नियम, जो उसकी संरचना और प्रकृति को नियंत्रित करते हैं, निस्संदेह भौतिकी का अंग हैं। हमें पहले से ही पता है कि हर रासायनिक प्रक्रिया के फलस्वरूप परमाण्वीय इलेक्ट्रानों का पुन:वितरण स्थान लेता है और परमाणुओं के बीच अनुबंध बनते हैं जिनकी प्रकृति भौतिकीय धारणाओं द्वारा स्पष्ट की जाती है। और अगर रासायनिक अभिक्रियाओं के घटने की केवल बाह्य परिस्थितियों का मूल्यांकन किया जाये तो, ये परिस्थितियां भी तो भौतिकीय हैं (ताप, दाब, विद्युत-धारा, प्रकाश या विकिरण का प्रभाव) – संक्षेप में हर रासायनिक प्रक्रिया भौतिकीय जगत में घटती है।

इसी कारण वैज्ञानिक, विशेष रूप से जो प्रकृति विज्ञान के दार्शनिक प्रश्नों के विशेषज्ञ हैं, इस बात का दावा करते हैं कि सारा रसायन आखिर में भौतिकी में गिना जा सकता है और वह अपनी सारी सच्चाइयां भौतिकीय, इलेक्ट्रानी भाषा में व्यक्त करता है। सारे रासायनिक रूपांतरण (और अगर सारे नहीं तो अधिकांश) "कोमल" परिस्थितियों में

घटते हैं। ये परिस्थितियां पदार्थ की परमाण्वीय संरचना कायम रहने देती हैं।

इन तर्कों का खंडन करना कठिन है। रसायन की पूर्ण "आत्मनिर्भरता" के समर्थक इतनी भारी प्रतिदलीलें नहीं दे सकते।

तथापि रसायन को एक स्वतंत्र विज्ञान मानना असंभव है। रसायन ने ही तो मनुष्य को उसके चारों ओर बिखरे पदार्थों से परिचित किया है। रसायन ने प्रकृति को अज्ञात यौगिकों की विशाल संख्या प्राप्त की और इस प्रकार दूसरी प्रकृति की रचना कर दी। रसायन ने मानव सभ्यता के विकास में सीधा भाग लिया और अपने कानूनों, नियमों और नियमावलियों की लंबी सूची तैयार की।

इन सब विशेषताओं के बाद रसायन को विज्ञान की पदवी से वंचित क्यों किया जाये? यह बात दूसरी है कि रसायन खुद अपने आंतरिक साधनों द्वारा अपनी घटनाओं और प्रक्रियाओं के कारणों का स्पष्टीकरण नहीं दे सकता। बस यहीं भौतिकी की सहायता के बिना वह अपना काम नहीं चला सकता। अतः कोई भी इस बात का खंडन नहीं कर सकता कि सारा नवीन रसायन भौतिकीय आधार पर बना है। परंतु इसका मतलब यह नहीं है कि रसायन को शुष्क भौतिकीय सूत्रों के साथ मिला दिया जाये।

आइये, आपको कुछ अन्य क्षेत्रों के साहश्यों से परिचित करते हैं। प्रत्येक संगीत कृति गणितीय समीकरणों की जटिल प्रणाली के रूप में लिखी जा

सकती है। ध्वनियों के अनोखे संयोग को संगीत कहते हैं। वायु के कंपनों को ध्वनियां कहते हैं, जिन्हें हमारी श्रवणेन्द्रियां ग्रहण करती हैं। हर प्रकार की कंपन प्रक्रियाएं निश्चित समीकरणों का पालन करती हैं।

और अब जरा कल्पना कीजिये: आपकी मनपसंद धुन की जगह आपके सामने गणितीय सूत्रों से भरी एक मोटी कॉपी पेश की जाती है।

संगीत, जो केवल भौतिकी के साधनों द्वारा व्यक्त होता है...

या एक और उदाहरण लीजिये: आपको अपने प्रिय कवि की कविताओं का हवाला देने का शौक है, हर बार आपको उसमें एक नया भाव, नया अर्थ दिखाई देता है। परंतु इस कविता को एक वैज्ञानिक विषय के आधार पर, जिसे संरचनात्मक भाषा-विज्ञान कहते हैं, अलग-अलग वाक्यों, शब्दों या शब्दों के टुकड़ों में तोड़ा जा सकता है। यही नहीं, इस प्रक्रिया को गणितीय संकेतों द्वारा भी लिखा जा सकता है।

काव्य की जगह–फिर गणित... हम समझते हैं कि यहां किसी टिप्पणी की जरूरत नहीं है। रासायनिक अभिक्रियाओं का वैविध्य तथा उनकी शान का प्रयोगों से पता चलता है। यहां शुष्क सिद्धांत जीवन पाते हैं, साहसी पूर्वकथन साकार होते हैं और भ्रमों को दूर किया जाता है।

प्रयोग ने ही तो रसायन-विज्ञान की संभावनाओं

को अक्षय बना दिया है। हजारों, लाखों नये रासायनिक यौगिकों के कृत्रिम संश्लेषण का, सजीव प्राणियों से अज्ञात पदार्थों के पृथक्करण का और अद्वितीय गुणों वाले पदार्थों की प्राप्ति का अंत नहीं दिखाई देता है।

जीव-कर्मण्यता का प्रदर्शन – यह अंत में सूक्ष्म, घनिष्ठ रासायनिक अभिक्रियाओं की विशाल संख्या की समष्टि होता है। रासायनिक नियमों के लिये जीवन का अस्तित्व कोई परायी चीज नहीं है। रसायन वह जादूई छड़ी बन गयी है जिसने निर्जीव पदार्थ को जीवित में परिवर्तित कर दिया है। आखिर में रसायन ही जीवन की उत्पत्ति के महान रहस्य का उद्घाटन करेगा।

संक्षेप में यह कहा जा सकता है: रसायन रचना करता है – भौतिकी स्पष्टीकरण देती हैं...

रसायन रसायन के विरुद्ध

हमने रसायन की कितनी तारीफ की है। परंतु पुस्तक समाप्त करने से पहले हम उसकी बुराई करने जा रहे हैं। क्या ऐसा शोचनीय अंत उचित है? जी हां, क्या किया जाये, इसकी बहुत आवश्यकता है।

पहले मनुष्य बहुत कम सोचता था कि उसकी बहुयोजी कार्यशीलता का परिवेश पर क्या प्रभाव पड़ता है। बीसवीं शताब्दी के अंत में निम्न वाक्यांश

एक श्राम बात हो गया है: "मानव प्रकृति का नाश कर रहा है।" मनुष्य द्वारा रची श्रौद्योगिक शक्ति मीठे जल, विश्व महासागर श्रौर वायुमंडल को विषाक्त श्रौर गंदा कर रही है। इसने पृथ्वी की हरियाली खराब कर दी है, मिट्टी की उपजाऊशक्ति कम कर दी है तथा बहुत सारे जानवरों, पक्षियों श्रौर वनस्पतियों को नष्ट कर दिया है। इस श्रौद्योगिक प्रगति ने मनुष्य के रहने की परिस्थितियां बहुत ज्यादा बिगाड़ दी हैं।

यह तथ्य कितना ही दुखदायी क्यों न लगे, पर यह सच है कि परिवेश के संदूषण की सारी समस्याएं रसायन के कारण ही जन्म लेती हैं। श्रौर श्रगर कोई उन्हें सफलतापूर्वक हल कर सकता है, तो वह खुद रसायन ही है। श्रनुसंधाता प्रकृति के रासायनिक संदूषण का रसायन के साधनों द्वारा मुकाबला करने की संभावना पर ध्यान दे रहे हैं।

विभिन्न उद्योग हर साल श्रलग-श्रलग प्रकार के पदार्थों की लाखों टन मात्रा वायुमंडल में फेंकते हैं। ये सारे "जहरीले पदार्थ" श्रंत में किसी न किसी रूप में पृथ्वी पर गिरते हैं, उदाहरणतया, वर्षा के रूप में, जिसकी हर बूंद में श्रम्ल की उच्च सान्द्रता उपस्थित होती है। "श्रम्लीय वर्षा" वनस्पति के लिये बहुत खतरनाक सिद्ध होती है। वायुमंडल में जो भी चीजें फेंकी जा रही हैं, तकनीकी रूप से उनकी मात्रा श्रौर कम करना श्रसंभव कार्य है। श्रर्थात् उनके श्रवचूषण की रासायनिक विधियां विकसित

करनी चाहियें। फेंकी जा रही चीजों में बहुत सारे उपयोगी पदार्थ उपस्थित होते हैं जिन्हें उपयोगी कार्यों में प्रयुक्त करके बहुत लाभ उठाया जा सकता है। जैसे, सल्फर डाइग्राक्साइड गैस वायुमंडल में बहुत बड़ी मात्राग्रों में फेंकी जाती है ग्रौर यही सल्फ्यूरिक ग्रम्ल का स्रोत भी बन सकती है।

उत्पादन के हानिकारक उद्‌गारों को ठीक वक्त पर ग्रौर समझदारी के साथ पकड़ लेना चाहिये। इस उद्देश्य की प्राप्ति के लिये विशेष रासायनिक ग्रावशोषक विकसित किये जा रहे हैं।

सब जानते हैं कि नालों का पानी कितना घातक होता है। दुनिया में ऐसी नदियों ग्रौर झीलों की संख्या कम नहीं है जिनमें रसायन ने सारे सजीव प्राणियों को नष्ट कर दिया है। हजारों जलाशयों को खतरा बना हुग्रा है। ग्रब हर नदी का जल पीया नहीं जा सकता। मनुष्य ग्रपनी ग्रदूरदर्शिता का फल भोग रहा है। मुख्य उद्देश्य – प्रमुख उत्पाद की प्राप्ति ग्रौर ग्रपशिष्ट...। उन पर ध्यान देने की क्या जरूरत है? नालों के जल घातक तो होते ही हैं, इसके साथ-साथ उनसे ग्रार्थिक हानि भी होती है क्योंकि वे बहुत सारे उपयोगी पदार्थों को बहा ले जाते हैं।

विभिन्न देशों के प्रमुख वैज्ञानिक बड़ी गंभीरता के साथ ऐसे तकनीकी साधन ढूढ़ रहे हैं जिनसे हर उत्पादन प्रक्रम में ग्रपशिष्ट बने ही नहीं। फिलहाल यह बात विज्ञान कल्पना साहित्य तक सीमित है।

मनुष्य को प्रभावशाली और किफायती रास्ते ढूढ़ने चाहियें। और नहीं तो कम से कम अपने रहने के वातावरण को तो नहीं बिगड़ने देना चाहिये। आने वाली पीढ़ियों के लिये हमारे ग्रह को उतना ही सुंदर और हरा-भरा छोड़ना चाहिये, जितना हमारे समकालीन समझते हैं।

और इस काम में रसायन को गंभीर होकर मनुष्य की सहायता करनी चाहिये।